



Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences

(Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi)

E-ISSN 2548-0006

JAES

AÇEH

30.06.2022

Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi

*Journal of Anatolian
Environmental and Animal Sciences*

Cilt/Volume 7 • Sayı/Number 2 • 2022



Sahibi

Prof. Dr. Bülent VEREP & Prof. Dr. Fikri BALTA

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Baş Editör / Editor-in Chief

Prof. Dr. Bülent VEREP

Recep Tayyip Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, 53100 Rize, Türkiye

Baş Editör Yardımcıları / Co-Editor in Chief

Prof. Dr. Fikri BALTA

Prof. Dr. Turan YÜKSEK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı, Türkiye
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Bitki Materyali ve Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Türkiye

Editör Yardımcıları / Co-Editors

Prof. Dr. Nüket SIVRI, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi
Prof. Dr. Arzu Funda BAĞCIGİL, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veterinerlik Fakültesi
Prof. Dr. Alper ÇİFTÇİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Prof. Dr. Süleyman AKHAN, Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Tamer AKKAN, Giresun University, Fen-Edebiyat Fakültesi
Doç. Dr. Engin Derya GEZER, Karadeniz Teknik Ü. Orman Fakültesi,

Editörler Kurulu / Editorial Boards

Prof. Dr. Ahmet ALP, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Athanasios KUNGOLOS, School of Engineering, Aristotle Univ. of Thessaloniki, Greece
Prof. Dr. Cemaladdin ŞAHİN, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Davut TURAN, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Gökhan ABAY, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel San. Tas. ve Mim. Fakültesi
Prof. Dr. Gülay ÇİFTÇİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Prof. Dr. İlia TSACHEV, Trakia University Faculty of Veterinary Medicine
Prof. Dr. İhsan AKYURT, Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi (Emekli Öğretim Üyesi)
Prof. Dr. İlkay Erdoğan ORHAN, Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi
Prof. Dr. Jinho JUNG, Korea University Env. Sci. and Eco. Eng.
Prof. Dr. Levent BAT, Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Mehmet Salih ÇELİKKALE, KTÜ Deniz Bilimleri Fakültesi (Emekli Öğretim Üyesi)
Prof. Dr. Muhammed TÜRKÖĞLU Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Deniz Bil. ve Tek. Fakültesi
Prof. Dr. Muhammed BORAN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN, Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Nadir Başçınar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Prof. Dr. Orhan Karslı, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Prof. Dr. Önder YILDIRIM, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Ricardo PEREZ ENRIQUEZ, Genetica Acuicola Programa de Acuicultura Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste Mexico.
Prof. Dr. Semih ENGİN İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Şengül A. KARAOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Şenol AKIN, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Şevki Kayış Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Vagif ATAMOV, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Doç. Dr. Cengiz MUTLU, Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü
Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Ertan Emek ONUK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Doç. Dr. Ferhat KALAYCI, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Gökmen Zafer PEKMEZCİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Doç. Dr. Didem PEKMEZCİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Doç. Dr. Huriye Arıman Karabulut, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Serkan KORAL, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Mehmet AYDIN, Ordu Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Doç. Dr. Yusuf BEKTAŞ, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Ertuğrul TERZİ, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Christina EMMANOUIL, Aristotle University of Thessaloniki School of Engineering
Dr. Tuba ERGÜL KALAYCI, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi

Bölüm Editörleri / Section Editors

Prof. Dr. Ali BİLGİN, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Ahmet Mutlu GÖZLER, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Erol ÇAPKIN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Prof. Dr. Fatih İSLAMOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Nadir Başçınar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Prof. Dr. Ramazan SEREZLİ, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Serhat KÜÇÜKALİ, Çankaya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Prof. Dr. Temel ŞAHİN, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi
Doç. Dr. Aysun TÜRKMEN, Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO
Doç. Dr. Cemaladdin BALTACI, Gümüşhane Üniversitesi, Gıda Bilimleri ve Mühendisliği
Doç. Dr. Coşkun ERÜZ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Doç. Dr. Ekrem Şanver ÇELİK, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bil. ve Tek. Fakültesi
Doç. Dr. Ayşegül ÇEBİ, Giresun Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi
Doç. Dr. Fatih Şaban Beriş, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Doç. Dr. Hacer EMİRAL Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Doç. Dr. İlhan YANDI, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi
Doç. Dr. Kenan GEDİK, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. M. Mustafa AKİNER Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Doç. Dr. Rahsan Evren MAZLUM, , Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Tülay ÇAĞATAY, Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Ülgen AYATAN, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Ahmet Raif ERYAŞAR, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Gülbin FİRİDİN GAZI ÜNİVERSİTESİ, Fen bilimleri enstitüsü, Çevre ABD.
Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU, Giresun Üniversitesi, Çevre Mühendisliği
Dr. Şükrü ÖNALAN, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Muhammed DUMAN, Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Dr. Erhan ÇİLOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi
Dr. Engin Derya GEZER, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi
Dr. Fatma Delihan SONAY, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Gökhan KALAYCI, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Hakan KARAOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Koray ÖZSEKER, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü
Dr. Oğuz KURDOĞLU, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi
Dr. Ayşe DEMİRBAŞ, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Münevver ORAL, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Ög. Üyesi Salih KUMRU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Ög. Üyesi Şafak KALINDAMAR, Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel San. Tas. ve Mim. Fakültesi
Nimet Selda BAŞCINAR, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü

Yönetim Yeri Adres / Address

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,

Zihni Derin Yerleşkesi, Fener Mah., 53100, Rize / Turkey.

Tel: 90 464 223 33 85-1438 ve 1436

Fax: 90 464 223 41 18

İletişim: verepoglu@gmail.com, anatolianacademicciense@hotmail.com

Yayın Türü: Yaygın süreli ve hakemli

Yayın Tarihi: 30.06.2022

Tüm hakları saklıdır. Bu Derginin tamamı ya da Dergide yer alan bilimsel çalışmaların bir kısmı ya da tamamı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi sahibi yazılı izni olmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

İnternet Adreslerimiz / Web Addresses

http://dergipark.gov.tr/jaes



İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

İçindekiler Contents	Makale Article	Sayfa No Page No
		97-99
Effect of Different Feeding Materials on the Trace and Nutrient Elements of Vermicompost Using <i>Eisenia fetida</i> Farklı Besleme Materyallerinin <i>Eisenia fetida</i> Kullanılarak Oluşturulan Vermikomposttaki Bazı Besin Elementleri Ve Ağır Metal Değişimine Etkisi Turan YÜKSEK	Research Araştırma	100-104
Length-Weight Relationships of Ten Fish Species from Lake Eğirdir, Turkey Eğirdir Gölü'nden 10 Balık Türünün Boy-Ağırlık İlişkisi Meral APAYDIN YAĞCI, Ahmet Alp, Abdulkadir YAĞCI, Rahmi Uysal, Fuat Bilgin, Mehmet Cesur & Vedat Yeğen	Research Araştırma	105-109
Investigating the Presence of <i>Salmonella</i> spp. in the Feces of Red Deer (<i>Cervus elaphus</i>) in Istanbul İstanbul'da Bulunan Kızıl Geyiklerin (<i>Cervus elaphus</i>) Dışkılarında <i>Salmonella</i> spp. Varlığının Araştırılması Cansu ENGİN, Mehmet Can ÖZTÜRK, Yalçın ABUL, Ayşe Ilgın KEKEÇ & Arzu Funda BAĞCIGİL	Research Araştırma	110-114
In Vitro Biological Activities of <i>Ranunculus gracilis</i> Clarke Rhizome <i>Ranunculus gracilis</i> Clarke Rizomunun in Vitro Biyolojik Aktiviteleri Elif ÇİL, Ceren BÖRÇEK KASURKA & Melek ÇOL AYVAZ	Research Araştırma	115-121
Mersin Körfezi'nde Sübye (<i>Septia officinalis</i> , Linné, 1758) Avcılığında Kullanılan Fanyalı Uzatma Ağının Av Kompozisyonu ve Hedef Dışı Av Catch Composition and By-Catch of Commercial Trammel Nets for Cuttlefish (<i>Septia officinalis</i> , Linné, 1758) in Mersin Bay (north-eastern Mediterranean) Adem Sezai BOZAOĞLU, Mustafa AKKUŞ & Ahmet Raif ERYAŞAR	Araştırma Research	122-127
Su Ürünlerinde Kullanılan Paketleme Yöntemleri: Vakum Paketleme, MAP, Biosensörler, Oksijen Emici Etiketler Packaging Methods Used in Aquaculture: Vacuum packaging, MAP, Biosensors, Oxygen Absorbing Labels Mehmet Emin ERDEM, Nuri TUNÇTAŞ, Bayram KÖSTEKLİ & İrfan KESKİN	Araştırma Research	128-137
Length-Weight Relationship for 14 Fish Species from the South-Western Black Sea, Turkey Türkiye'nin Batı Karadeniz Kıyılarından 14 Balık Türü İçin Boy-Ağırlık İlişkisi Ahmet Mutlu GÖZLER & Hazel BAYTAŞOĞLU	Research Araştırma	138-144
Sucul Hayvanlarında ve Su Ürünlerinde SARS-CoV-2 (COVID-19) Varlığı: Derleme Existence of Severe Acute Respiratory Syndrome causing Coronavirus-2 (COVID-19) on Aquatic Animals and Aquatic Products: A Review Nihed AJMI Muhammed DUMAN	Derleme Review	145-155
Rize Kentsel Açık Yeşil Alanlarındaki İstilacı Bitki Türleri Üzerine Bir Araştırma A Study on Invasive Plant Species in Rize Urban Open Green Areas Ömer Lütfü ÇORBACI, Erdi EKREN & Murat ATASOY	Araştırma Research	156-162
Antibiotic resistance of marine bacteria on the sediments of the Black Sea-Comparison of CLSI and EUCAST Karadeniz sedimentlerinden izole edilen deniz bakterilerinin antibiyotik direnci-CLSI ve EUCAST karşılaştırması Samet KALKAN	Research Araştırma	163-170
Samsun İlinde Bulunan Gıca, Tatlı, Balık ve Uzun Göllerindeki Balıkçılığın İncelenmesi Research of Fishing in Gıca, Tatlı, Balık and Uzun Lakes in Samsun Turgut KULAK & Naciye ERDOĞAN SAĞLAM	Research Araştırma	171-177
Cloning and Determination of Kinetic Activity of Thermophilic GCH-I from <i>Anoxybacillus flavithermus</i> DSM 2641T <i>Anoxybacillus flavithermus</i> DSM 2641T Bakterisinin Termofilik GCH-I Enziminin Klonlanması ve Kinetik Aktivitesinin Belirlenmesi Fatih Saban BERİS, Özlem HIZAL & Hakan KARAOĞLU	Research Araştırma	178-183
Determination of Proximate Composition and Fatty Acid Profiles of Commercial Fish Feeds Ticari Balık Yemlerinin Besinsel Kompozisyonu ve Yağ Asidi Profillerinin Belirlenmesi Koray KORKMAZ	Research Araştırma	184-190
Investigation of Some Biochemical Parameters and Mineral Values in the Blood of Rainbow Trout Growing in Dam and Sea Water Baraj ve deniz suyunda yetiştilen gökkuşuğu alabalığının kanındaki bazı biyokimyasal parametreler ve mineral değerlerinin araştırılması Ayşenur KIRAN & Gülay ÇİFTÇİ	Research Araştırma	191-200
Çeşitli Tarımsal ve Hayvansal Zararlılarda Maternal Kalıtılan Bakterilerin Taraması Screening of Maternally Inherited Bacteria in Various Agricultural and Livestock Pests Tayfun KAYA & Kahraman İPEKDAL	Araştırma Research	201-206
İleri Atıksu Arıtma Metotları İle Mikroplastik Giderim Veriminin Değerlendirilmesi Evaluation of Microplastic Removal Efficiency Via Advanced Wastewater Treatment Methods Ceyhan AKARSU	Araştırma Research	207-215
The Economic Analysis of the Nigerian Fisheries Sector: A Review Nijerya Balıkçılık Sektörünün Ekonomik Analizi: Bir İncelemesi Edafe ODIOKO & Zehra Arzu BECER	Review Derleme	216-226
Determination of Pigment Content and Antioxidant Activities of Some Chlorophyta Species Isolated from Altınapa Dam Lake (Konya/Turkey) Altınapa Baraj Gölü'nden (Konya/Türkiye) İzole Edilen Bazı Chlorophyta Türlerinin Pigment İçeriği ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi Baran AŞIKKUTLU & Cengiz AKKÖZ	Research Araştırma	227-234
Aksu Deresi (Giresun, Türkiye) Fenol Kirliliği Üzerine Bir Araştırma A Study on Phenol Pollution in the Aksu Creek (Giresun, Turkey) Selda PALABIYIK & Tamer AKKAN	Araştırma Research	235-240



Effect of Different Feeding Materials on the Trace and Nutrient Elements of Vermicompost Using *Eisenia fetida*

Turan YÜKSEK

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Landscape Architecture, Rize/Turkey

Geliş/Received: 19.01.2022

Kabul/Accepted: 15.03.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

How to cite: Yüksek, T. (2022). Effect of Different Feeding Materials on the Trace and Nutrient Elements of Vermicompost Using *Eisenia fetida*. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 100-104.

Atıf yapmak için: Yüksek, T. (2022). Farklı Besleme Materyallerinin *Eisenia fetida* Kullanılarak Oluşturulan Vermikomposttaki Bazı Besin Elementleri ve Ağır Metal Değişimine Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 100-104.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-2964-1760>

Abstract: The aim of this study was to determine the influences of different feeding materials on the physico-chemical parameters of vermicompost using *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). In this study, four treatments, with the same conditions in terms of organic wastes type were prepared to produce vermicompost from hazelnut husk (% 100), tea plant waste (%100), hazelnut husk (A) (% 50) + tea plant waste (B) (50%), hazelnut husk (A) (30%) + tea plant waste (30%) + cow dung (20%) + sawdust (15%) + waste newspaper (%5) using earthworms. The standard laboratory analysis methods were used to determine the physical and chemical parameters in the different produced vermicomposts. The mean N content in the growing medium A, B, C, and D was 1.41%, 2.5%, 1.96%, and 1.47% respectively. The mean phosphorus content in the growing medium A, B, C, and D was 807.69 mg/kg, 1748.25 mg/kg, 1491.25 mg/kg, and 1410.75 mg/kg respectively. The mean potassium in the growing medium A, B, C, and D was 11244.69 mg/kg, 7790 mg/kg, 6884.25 mg/kg, and 8006.25 mg/kg respectively. Compared to the initial vermibed mixture, the N, P, and K content was higher in all the growing mediums. The Pb, Cd and As content was lower in all the growing mediums in the final compost than the initial vermibed mixture. *Eisenia fetida* is very effective in converting some waste materials into a high-quality compost and decreasing the heavy metal content in the final vermicompost more than in the initial vermibed mixture.

*Corresponding author:

Turan YÜKSEK

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Landscape Architecture, Rize/Türkiye

✉: turan.yuksekk@erdogan.edu.tr

Keywords: Hazelnut husk, heavy metal, nutrients, red California worm, tea waste.

Farklı besleme materyallerinin *Eisenia fetida* kullanılarak oluşturulan vermicomposttaki bazı besin elementleri ve ağır metal değişimine etkisi

Öz: Bu çalışmanın amacı, farklı besleme materyalleri ile *Eisenia fetida* (Savigny, 1826)'nin beslenmesi sonucunda oluşan vermicomposttaki bazı fiziko-kimyasal parametrelerin tespit edilmesidir. Bu amaçla, fındık kabuğu (A) (%100), çay bitkisi atığı (B) (%100), fındık kabuğu (C) (%50) + çay atığı (%50), (D)fındık atığı (%30) +çay atığı (%30) +inek gübresi (%20) +talaş (%15) + atık kağıt (%5) oluşan besi ortamlarında rastgele yonteme göre dört tekrarlı denemeler kurulmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen vermicomposttaki bazı fiziko-kimyasal parametreler standart laboratuvar testleri ile tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda A, B, C ve D yetiştirme ortamlarından elde edilen ortalama N içeriği sırasıyla %1,41, %2,5, %1,96 ve %1,47 dir. A, B, C ve D yetiştirme ortamındaki ortalama fosfor içeriği sırasıyla 807,69 mg/kg, 1748,25 mg/kg, 1491,25 mg/kg ve 1410,75 mg/kg'dır. Vermikomposttaki Pb, Cd ve As içeriği, tüm yetiştirme ortamlarında başlangıçtaki besi ortamına kıyasla daha düşük seviyede olduğu ortaya konulmuştur. *Eisenia fetida*'nın bazı atık maddelerin yüksek kaliteli kompost haline dönüştürülmesinde ve son vermicomposttaki ağır metal içeriğinin azalmasında etkili olduğu tespit edilmiştir

*Sorumlu yazar:

Turan YÜKSEK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Rize/Türkiye

✉: turan.yuksekk@erdogan.edu.tr

Anahtar kelimeler: Ağır metal, atık kağıdı, çay atığı, fındık atığı kırmızı Kaliforniya solucanı.

INTRODUCTION

The recycling of waste materials in order to vermicast and vermiwash production is one of the popular methods for sustainable waste management (Yüksek, 2019). Recently, studies on vermicomposting of different types of organic wastes, such as agricultural residues (Lim et al., 2015) and animal wastes (Lalander et al., 2015), plant waste (Abassi et al., 2015) food wastes (Yüksek et al., 2019), municipal solid waste (Singh et al., 2011) through sewage sludge (Sinha et al., 2010; Yadav & Garg, 2011) and industrial wastes, with the help of earthworms, have been increased. Worm-based processing of organic waste is known as vermicomposting, a process developed in the late 1970s (Furlong et al., 2017). Vermicomposting can be defined as the biodegradation process of organic waste materials with the help of specific bacteria and enzymes found in the intestines of worms, which cause the changes in the physico-chemical properties of the waste (Jorge & Edwards, 2011). As a result of the vermicomposting process, the nutrient content of the waste materials increased and converted into a higher quality and valuable soil regulator product (Lim et al., 2014). The vermicomposting process is easy for an inexpensive, natural and environmentally friendly method (Garg et al., 2012) and uses low technology (Ndegwa & Thompson, 2001). In addition, as a result of the vermicompost process, no waste product, which may be a threat to the environment, is formed. The use of the products (e.g. worm, vermiwash tea, vermicast, etc.) obtained as a result of vermicomposting in different areas (e.g. soil improvement, plant nutrition, fish nutrition, health, etc.) is increasing (Orhan, 2019; Orhan vd., 2019; Yüksek et al., 2019; Arıman et al., 206; Arıman et al., 2020).

The Turkish hazelnut and tea industries are growing rapidly, and quickly becoming a significant agriculture-based industries in this country. Turkey has a total of over 702 628 hectares of hazelnut plantations (Anonymous, 2017a) and 76241hectares (Anonymous, 2017b) (The existing tea plantations along with unregistered tea plantations constitute about 100,000 hectares of tea plantations). Tea plant and hazelnut husk wastes are biodegradable wastes that originate from plant sources. In this study, 232 kg of hazelnut husk was obtained from 1 ton of shelled nut production. Turkey's shelled hazelnut production varies between 350 000 and 800 000 tons. Accordingly, the amount of hazelnut husk in Turkey varies between 80500 tons and 184 000 tons. Tea plant wastes and hazelnut husk wastes have been difficult to manage due to the fact that the factories are scattered and spread widely in the northern Black Sea region. There is no planned waste management in hazelnut husk and tea waste.

Leaving these wastes decaying indiscriminately outside or in tea gardens and in hazelnut gardens can cause the pollution of soil and water resources and deterioration of ecosystem health. Another important issue is that these wastes are released during the decay and cause unpleasant odors that spread and cause visual pollution. Additionally, all these pollutants may cause human diseases. This clearly shows that with agricultural development, environmental pollution has become an increasingly serious issue in northern Turkey. Although, using earthworms in the recycling of wastes and the production of organic fertilizers has been increasing in Turkey in recent years, as well as in the rest of the world, to date no study has been devoted to the vermicomposting process of biomass residues generated from hazelnut husk and the tea industry.

The aim of this study is to recycle different types of feeding materials (hazelnut husk (% 100), tea plant waste (100%), hazelnut husk (A) (% 50) + tea plant waste (B) (% 50), hazelnut husk (A) (30%) + tea plant waste (30%) + cow dung (20%) + sawdust (15%) + waste newspaper (5%) into compost using *Eisenia fetida*, and to determine the influences of different feeding materials on the physico-chemical parameters and the heavy metal content of vermicompost.

MATERIAL AND METHOD

Earthworm and collection of organic wastes:

The earthworms of *Eisenia fetida* used in this study were provided by the Lazutim Organic Agriculture and Livestock Trade Company. The research was carried out in a special room in the Lazutim Trade Company. The tea wastes used in the experiments were supplied from the general directorate of Turkish tea operations, the Hemşin organic tea plant. The hazelnut husk wastes were supplied from a private hazelnut farm located in the Yomra province in Trabzon, Turkey. The cow dung was supplied from animals grazing on the highlands in Ardahan in Turkey. Sawdust waste were supplied from the wood processing plant located in Pazar, in Turkey. Tea waste, hazelnut husk wastes, and sawdust waste was decayed in special cups for three months. In this study, four different combinations of waste mixture, consisting of hazelnut husk (HH), Tea plant waste (TPW), cow dung (CD), sawdust and waste newspaper (Table 1) were prepared in different chemical structures (Table 2).

Table 1. Type of feeding materials.

Treatment	Feeding materials
A	Hazelnut husk (HH) (%100)
B	Tea plant waste (TPW) (%100)
C	Hazelnut husk (HH) (%50) + Tea plant waste (TPW) (%50)
D	Hazelnut husk (HH) (%30) + Tea plant waste (TPW) (%30) + Cow dung (CD) (%20) + sawdust (%15) + waste newspaper (WN) (%5)

Experimental set up: The study was carried out in four replicates of 40 cm x 40 cm length x 20 cm deep in a plastic box according to the random sampling method. The type of feeding materials is presented in Table 1. About 1000 g of each of the feeding materials (dried to weigh basis) was placed into the experimental box. Thirty earthworms (*Eisenia fetida*) with an average weight of 0,30 ± 0,03 g per worm were introduced into each experimental box. The feedstock was moistened with tap water to obtain an appropriate moisture level for the earthworms to survive. Besides, the moisture content was maintained at 50-55 % by the periodic sprinkling of an adequate quantity of tap water (Table 3) on the feedstock throughout the study. The experimental boxes were kept in the dark at room temperature of 23 ± 2 °C. The composting process lasted 84 days (12 weeks), and then the worms were removed from the growing containers. The vermicompost samples were sieved through a two mm sieve after being air dried and sent to the Gumushane University Central Research Laboratory for analysis.

Table 2. Initial physico-chemical characteristics of initial waste mixtures.

Parameters	A	B	C	D
N (%)	0.89 ± 0.08	2.25 ± 0.24	1.59 ± 0.101	1.12 ± 0.06
P ₂ O ₅ (mg/kg)	4031 ± 71.39	1399 ± 9.07	2735 ± 48.21	1876 ± 25.11
K (mg/kg)	7015 ± 51.62	4245 ± 20.88	5640 ± 56.12	4999 ± 12.05
Ca (mg/kg)	1412 ± 41.18	18786 ± 899	10029 ± 204	7936 ± 6.24
Mn (mg/kg)	374 ± 17.69	248 ± 18.90	312 ± 14.04	236 ± 3.05
S (mg/kg)	961 ± 33.60	1898 ± 25.94	1435 ± 32.86	1029 ± 9.00
Al (mg/kg)	3255 ± 90.00	7576 ± 18.71	5455 ± 37.68	4151 ± 5.56
Fe ²⁺ (mg/kg)	121 ± 9.29	8626 ± 27.01	4366 ± 9.29	3362 ± 6.03
As (mg/kg)	0.65 ± 0.03	1.91 ± 0.11	1.28 ± 0.01	0.77 ± 0.03
pH (mg/kg)	5.95 ± 0.17	5.67 ± 0.14	5.78 ± 0.07	4.61 ± 0.08
E.C. (µS/cm)	355 ± 6.50	538 ± 18.33	465 ± 17.61	345 ± 5.50
Pb ²⁺ (mg/kg)	4.43 ± 0.05	54.09 ± 4.02	28.72 ± 0.72	17.92 ± 0.07
Cd ²⁺ (mg/kg)	0.188 ± 0.02	0.117 ± 0.01	0.157 ± 0.01	0.103 ± 0.01
Cr ²⁺ (mg/kg)	6.69 ± 0.14	2.73 ± 0.04	4.70 ± 0.01	3.71 ± 0.10
Cu ²⁺ (mg/kg)	6.72 ± 0.03	64 ± 1.01	35.00 ± 0.32	22.60 ± 0.46
Ni ²⁺ (mg/kg)	6.35 ± 0.31	3.88 ± 0.02	5.12 ± 0.01	3.94 ± 0.03

A: Hazelnut husk (%100); B: Tea plant waste (%100); C: Hazelnut husk (%50) + Tea plant waste (%50); D: Hazelnut husk (%30) + Tea plant waste (%30) + Cow dung (%20) + sawdust (%15) + waste newspaper (%5)

Table 3. Some parameters of tap water used for the earthworms to survive (Yüksek vd.,2017).

Parameters	Tap water	Appropriate range
Water temperature (°C)	Appropriate	4-25
Dissolved oxygen (mg/l)	Appropriate	>5
pH	7.81	6.5-9.5
Calcium (mg/l)	4.80	4-160
Magnesium (mg/l)	2.86	0-50
Nitrite nitrogen (mg/l)	0.020	<0.50
Nitrate nitrogen (mg/l)	0.80	0-50
TDS* (mg/l)	92.40	-
E.C** µS/cm	214.6	100-2500

*TDS: Total Dissolved Solids, E.C**: Electrical conductivity

Laboratory Analysis: The analysis of the metals and other elements (Pb, Cd, As, etc.) was conducted according to the NMKL 161, NMKL 186 and NMKL 191 methods using ICP-MS after burning with microwaves (Standart methods 3125). The nitrogen analysis was carried out according to the methods of AOAC 990.03 TS 8337 ISO 11261 based on the method of Kjeldal (TS 8337 ISO 11261). The total content of calcium, magnesium, phosphorus and potassium were measured with the ignition method using an atomic absorption spectrophotometer.

The pH and electrical conductivity were measured using a digital pH meter and an electrical conductivity meter, respectively AOAC 981.12 TS EN 159332 (AOAC Official Method). All the analyzes were performed according to standard analysis methods.

Statistical Analysis: The effect of the feeding materials on the physio-chemical content of the vermicompost was analyzed with ANOVA. The differences among treatment averages were compared using the Duncan's test. The significance was set at $p < 0.05$. The SPSS software version 23 was used for the data analysis.

RESULTS

It can be concluded that during the process of the vermicomposting, significant physical and chemical changes occurred in the raw materials of the solid waste due to the biodegradation of the organic matter and the interactions between the earthworms and microorganisms.

Variations in nitrogen (N): The average nitrogen content was the highest for the B growing media at 2.53 % followed by the C growing media. In terms of the nitrogen content, the differences between the growing mediums A and B, and the growing mediums B and D were statistically significant ($p \leq 0.01$) (Table 4). The total nitrogen content was greater in the final vermicomposts than in the initial vermibed mixture in all the growing mediums. Compared to the initial vermibed mixture, the highest increase in the nitrogen content was found in the growing medium A at 36.88 % in the final vermicompost (Table 2, 4).

Table 4. Variation of some nutrients in the vermicompost obtained from different feeding materials.

Parameters	Vermicompost			
	A	B	C	D
N (%)	1.41 ^b	2.53 ^a	1.96 ^{ab}	1.47 ^b
P ₂ O ₅ (mg/Kg)	807.25 ^c	1748.25 ^a	1491.25 ^b	1410.75 ^b
K (mg/Kg)	11244.69 ^a	7790 ^{ab}	6884.25 ^c	8006.50 ^{ab}
Ca (mg/Kg)	9646.19 ^b	12942.75 ^a	14249.50 ^a	11175.75 ^{ab}
Mn (mg/Kg)	223.09 ^d	1626.50 ^a	1022.15 ^b	600.76 ^c
S (mg/Kg)	677.97 ^b	1478.50 ^a	1366.25 ^a	1117.50 ^a
Al (mg/Kg)	2112.41 ^b	6259.75 ^a	5602 ^a	4367.50 ^{ab}
pH	7.59 ^a	6.36 ^b	6.36 ^b	7.41 ^a
E.C. (µS/cm)	578 ^a	437.75 ^a	604.25 ^a	636.25 ^a

A: Hazelnut husk (%100); B: Tea plant waste (%100); C: Hazelnut husk (%50) + Tea plant waste (%50); D: Hazelnut husk (%30) + Tea plant waste (%30) + Cow dung (%20) + sawdust (%15) + waste newspaper (%5). Means in the same row followed by the same lowercase letter are not significantly different at $P \leq 0.05$.

Variations in Phosphorus (P): Phosphorus was greater in the final vermicomposts than the initial vermibed mixture in the feeding materials of A and B because of the phosphorus mineralization. The highest amount of phosphorus was obtained from the growing medium B at 1748.25 mg/kg; while the lowest amount of phosphorus was found in the growing medium A at 807.69 mg / kg. In terms of the phosphorus content, the difference between A and B, A and C, A and D, B and C, and B and D mediums was statistically significant ($p \leq 0.001$) (Table 4). Compared to the initial vermibed mixture, the highest

decrease in the phosphorus content was found in the growing medium C at 45.48 % in the final vermicompost (Table 2 and 4).

Variations in Potassium (K): The highest amount of potassium was obtained from the growing medium A at 11244.69 mg/kg; while the lowest amount of potassium was found in the growing medium C at 6884.25 mg/kg. In terms of potassium content, the difference between the A and C growing medium was statistically significant ($p \leq 0.05$). The total potassium was greater in the final vermicomposts than the initial vermibed mixture in all the feeding materials because of the potassium mineralization (Table 2 and 4). Compared to the initial vermibed mixture, the highest increase in the potassium content was found in the growing medium B at 45.50 % in the final vermicompost.

Variations in Calcium (Ca): The highest amount of calcium was obtained from the growing medium C at 14249.50 mg/kg; while the lowest amount of calcium was found in the growing medium A at 9646.19 mg/kg. Although the total calcium was increased more in the final vermicomposts than in the initial vermibed mixture in A, C and D growing mediums, the calcium content in the growing medium B was decreased at 45.16 % compared to the initial vermibed mixture. Compared to the initial vermibed mixture, the highest increase in the calcium content was found in the growing medium A at 85.36 % in the final vermicompost. In terms of calcium content, the difference between the A and B, A and C growing mediums was statistically significant ($p \leq 0.05$) (Table 4).

Variations in Manganese (Mn): The highest amount of manganese was obtained from the growing medium B at 1626.50 mg/kg; while the lowest amount of manganese was found in the growing medium A at 223.09 mg/kg. Compared to the initial vermibed mixture, the total manganese was increased in B, C and D growing mediums; while the manganese content in the growing medium A was decreased at 40.35 % in the final vermicompost. In terms of the manganese content, the difference between the A and B, A and C, A and D, B and C, and B and D growing mediums was statistically significant ($p \leq 0.001$) (Table 4).

Variations in Sulfur (S): The highest amount of sulfur was obtained from the growing medium B at 1478.50 mg/kg; while the lowest amount of sulfur was found in the growing medium A at 677.97 mg/kg. Compared to the initial vermibed mixture, the total sulfur was decreased in A, B and C growing mediums while the sulfur content in the growing medium D was decreased (Table 2 and 4). Compared to the initial vermibed mixture, the highest decrease in the sulfur content was determined in the growing medium A at 29.45 %. In terms of the sulfur content, the difference between A and B, A and C, and A

and D growing mediums was statistically significant ($p \leq 0.01$) (Table 4).

Variations in Aluminum (Al): The highest amount of aluminum was obtained from the growing medium B at 6259.75 mg/kg; while, the lowest amount of aluminum was found in the growing medium A at 2112.41 mg/kg. Compared to the initial vermibed mixture, the total aluminum was decreased in the A and B growing mediums; while the aluminum content in the growing medium C and D was increased (Table 2 and 4). Compared to the initial vermibed mixture, the highest decrease in aluminum content was determined in the growing medium A at 35.11 %; while the highest increase in aluminum content was determined in the growing medium D at 4.97% in final vermicompost. In terms of the aluminum content, the difference between the A and B, and A and C growing mediums was statistically significant ($p \leq 0.05$) (Table 4).

Variations in Iron (Fe^{2+}): The highest iron value was found in the growing medium C at 3699.25 mg/kg; while the lowest iron was found in the growing medium B at 2336.25 mg/kg. Compared to the initial vermibed mixture, the iron content was lower in the growing mediums B, C, and D; while it was higher in the growing medium A in the final vermicompost. The highest decrease in iron content was found in the growing medium B at 72.91 %. In terms of iron content, the difference between growing mediums was not statistically significant ($p \leq 0.05$) (Table 5).

Table 5. Heavy metals concentration in the vermicompost obtained from different feeding materials (as mg/kg).

Parameters	Vermicompost			
	A	B	C	D
Pb	2.40 ^a	1.35 ^b	2.31 ^a	1.62 ^b
Cd	0.087	0.095	0.070	0.097
Cr	2.77 ^b	4.36 ^a	3.41 ^{ab}	3.68 ^{ab}
Cu	7.91 ^b	13.07 ^a	12.72 ^a	9.17 ^b
Ni	2.77 ^b	4.63 ^a	4.06 ^a	3.66 ^{ab}
Fe	2768.60 ^b	2336.25 ^c	3699.25 ^a	2989.25 ^b
As	0.42	0.27	0.76	0.64

A: Hazelnut husk (%100); B: Tea plant waste (%100); C: Hazelnut husk (%50) + Tea plant waste (%50); D: Hazelnut husk (%30) + Tea plant waste (%30) + Cow dung (%20) + sawdust (%15) + waste newspaper (%5). Means in the same row followed by the same lowercase letter are not significant.

Variations in pH: The highest pH was found in the growing medium A at 7.59; while the lowest pH value was found in the growing media B and C at 6.36. Compared to the initial vermibed mixture, the pH increased in all the growing mediums. The highest increase was found in the growing medium D at 37.79%; while the lowest increase was determined in the growing medium C at 9.12%. In terms of the pH content, the difference between A and B, A and C, B and D, and C and D growing mediums was statistically significant ($p \leq 0.01$) (Table 4).

Variations in electrical conductivity (E.C): The highest E.C. was found in the growing medium D at 636.25 μ S/cm; while the lowest E.C was found in the growing medium B at 437.75 μ S/cm. Compared to the initial vermibed mixture, the E.C content was greater in the

growing mediums A, C, and D; while it was lower in the growing medium B. The highest increase in the E.C was determined in the growing medium D at 45.77%; while it was decreased in the growing medium B at 18.63%. However, in terms of the E.C content, the difference between A, B, C, and D, the growing mediums was not statistically significant (Table 4).

Heavy metals concentrations

Lead (Pb^{2+}): The highest lead value was found in the growing medium A at 2.40 mg/kg; while the lowest lead was found in the growing medium B at 1.35 mg/kg. Compared to the initial vermibed mixture, the lead content was lower in all the growing mediums A, B, C, and D. The highest decrease in lead content was found in the growing medium B at 97.50 %. In terms of lead content, the difference between A and B, A and D, and C and D growing mediums was statistically significant ($p \leq 0.05$) (Table 5).

Cadmium (Cd^{2+}): The highest cadmium value was found in the growing medium D at 0.097 mg/kg; while the lowest cadmium was found in the growing medium C at 0.070 mg/kg. Compared to the initial vermibed mixture, the cadmium content was lower in all the growing mediums A, B, C, and D. The highest decrease in the cadmium content was found in the growing medium C at 55.41 %. In terms of the cadmium content, the difference between the A, B, C, and D growing mediums was not statistically significant (Table 5).

Chromium (Cr^{2+}): The highest chromium value was found in the growing medium B at 4.36 mg/kg; while the lowest chromium was found in the growing medium A at 2.77 mg/kg. Compared to the initial vermibed mixture, the chromium content was lower in the growing mediums A, C, and D; while it was higher in the growing medium B in the final vermicompost. The highest decrease in the chromium content was found in the growing medium A at 58.59 %. In terms of the chromium content, the difference between the A and B growing mediums was statistically significant ($p \leq 0.05$) (Table 5).

Copper (Cu^{2+}): The highest copper value was found in the growing medium B at 13.07 mg/kg; while the lowest copper was found in the growing medium A at 7.91 mg/kg. Compared to the initial vermibed mixture, the copper content was lower in the growing mediums B, C, and D; while it was higher in the growing medium A in the final vermicompost. The highest decrease in the copper content was found in the growing medium B at 79.58 %. In terms of the copper content, the difference between the A and B, A and C, B and D, and C and D growing mediums was statistically significant ($p \leq 0.05$) (Table 5).

Nickel (Ni^{2+}): The highest nickel value was found in the growing medium B at 4.63 mg/kg; while the lowest nickel was found in the growing medium A at 2.77 mg/kg.

Compared to the initial vermibed mixture, the nickel content was lower in the growing mediums A, C, and D; while it was higher in the growing medium B in final vermicompost. The highest decrease in the nickel content was found in the growing medium A at 56.38%. In terms of the nickel content, the difference between the A and B, A and C growing mediums was statistically significant ($p \leq 0.05$) (Table 5).

Arsenic (As): The highest arsenic value was found in the growing medium C at 0.76 mg/kg; while the lowest arsenic was found in the growing medium B at 0.7 mg/kg. Compared to the initial vermibed mixture, the arsenic content was lower in all the growing mediums in the final vermicompost. The highest decrease in arsenic content was found in the growing medium B at 85.86 %. In terms of the arsenic content, the difference between the growing mediums A and B, C and D was not statistically significant ($p \leq 0.05$) (Table 5).

DISCUSSION

Earthworms infiltrate organic wastes through the digestive tract, causing physical, chemical and biological changes (Suthar, 2010). Earthworms can boost the nitrogen levels of the substrate during digestion in their gut adding their nitrogenous excretory products, mucus, body fluid, enzymes, and even the decaying dead tissues of worms in vermicomposting subsystem (Suthar, 2007). The structure, the amount of nitrogen content and mineralization of the organic waste is effective on the nitrogen output in the final vermicompost. In previous studies it was reported that, the enhancement of N content in vermicompost was probably due to mineralization of the organic matter (Bansal & Kapoor, 2000; Kaushi & Garg, 2003; Malafaia et al., 2015; Amouei et al., 2017). In addition, the increasing nitrogen content value could be due to nitrogenous metabolic products of earthworms, which were returned to the vermicompost as casts and urine (Muthukumaravel et al., 2008). The results are in accordance with previous studies (Garg et al., 2006; Adi & Noor, 2009; Amouei et al., 2017; Mousavi et al., 2017).

The phosphate content is attributed to the mineralization and mobilization of phosphorous due to the earthworm activity. It is thought that the content and quality of the raw materials consumed by worms and the vermicomposting process are effective in changing the amount of phosphorus in the growing media. Earthworms play an important role in the release of phosphates in organic matter (Ansari & Rajpersaud, 2012).

The increase in K of the vermicompost in relation to that of the simple compost and substrate was probably because of the physical decomposition of organic waste matter due to the biological grinding during passage

through the gut, coupled with enzymatic activity in the worm's gut, which may have caused its increase (Rao et al., 1996). The microorganisms present in the worm's gut probably converted insoluble K into the soluble form by producing microbial enzymes (Kaviraj & Sharma, 2003).

As a result of the research, it was determined that the pH value increased in all the feeding materials in the final vermicompost. The highest increase (37.78 %) in the pH value occurred in the D growing medium with a different mixture composition. This research showed that *Eisenia fetida* and microorganisms are effective in changing the pH in the waste materials, and the differences in the pH of the final vermicompost are directly dependent on the type and content of the raw materials used for vermicomposting. Suthar et al., (2015) reported that during the vermicomposting process, the microbial activity and decomposition of organic matter resulted in the formation of ammonium and increased the pH. Compared to the initial values, the E.C content values increased in the feeding materials A, C, and D, while it decreased in the feeding material B in the final vermicompost. The biggest change in the E.C values occurred in the D feeding materials, which had 4 different feeding material mixes. It can be concluded that the differences in the growing mediums, earthworm activity in different growing mediums, and the decomposition of organic waste materials are effective in the changing of electrical content. Amouei et al., (2017) reported that some minerals can accumulate in the earthworms' bodies, and consequently, reduce amount of minerals in the vermicompost.

As a result of the vermicomposting process, the Pb, Cd and As content in all the feeding materials was decreased. The highest decrease in the Pb content was determined in the feeding material B (97.5 %), while the lowest decrease was determined in the feeding material A (45.82 %). The highest decrease in the Cd content was determined in the feeding material C (55.41%), while the lowest decrease was determined in the feeding material D (5.82 %). The highest decrease in the As content was determined in the feeding material B (85.86 %); while the lowest decrease was determined in the feeding material D (16.88 %). The change of Cr, Cu and Ni content in the vermicompost obtained from the different feeding materials was irregular. The mean Cr content decreased by 58.59 %, 27.45 % and 0.8 % in the feeding materials' A, C and D respectively; while the Cr content increased by 57.71 % in the feeding material B. The mean Cu content decreased by 79.58 %, 63.65 %, and 59.42 % in the feeding materials' B, C, and D; while it increased by 7.71 % in the feeding material A. The mean Ni content decreased by 56.58 %, 20.70 %, and 7.10 % in the feeding materials' A, C, and D; while it increased by 19.33 % in the feeding material B. Our research showed that *Eisenia fetida* can

accumulate a significant amount of metals in their tissues during vermicomposting. In many studies, it has been found that earthworms can accumulate heavy metals in their tissues during the process of vermicomposting (Hopkin, 1989; Hopkin & Spurgeon, 1999; Malley et al., 2006; Nahmani et al., 2007; Singh et al., 2014; Kızılkaya & Türkay, 2014; Tang et al., 2017). The type and content of the feeding materials is also thought to have an effect on the heavy metal's accumulation in the earthworm tissues. However, during the vermicomposting process, a group of heavy metals in the feeding materials leached to vermiwash. In a study conducted by Yüksek et al., (2017) *Eisenia fetida* were fed with fermented cow dung for 60 days, and vermiwash was harvested in day 60. As a result of their study, compared to initial feeding material (cow dung), the mean Cd, Pb, and As content increased by 96,84 %, 79,37%, and 75,08% in the vermiwash; while the Cu and Ni content decreased by 64%, and 22% in the vermiwash when compared to the initial feeding material.

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

This research has clearly shown that *Eisenia fetida* is very effective in the recovery of organic wastes and increasing the N, K, and pH content in the final vermicompost. Moreover, *Eisenia fetida* was very effective for the reduction of the bioavailability of the heavy metals (especially, Pb, Cd, and As) during the vermicomposting of the husk material, husk and tea waste materials, and husk material mixed with tea waste, cow dung, sawdust and waste paper materials.

The agricultural wastes in the northeastern Black Sea, located in the Trans- Caucasus corridor, can be converted into vermicomposts in small enterprises. In this way, while the conservation of both soil and water resources is ensured rural development and women's employment might be increased. We believe that, it may be very beneficial for the environment to conduct other research to show how to maximize the level of macro nutrients in organic wastes, how to reduce heavy metals in organic wastes to the lowest level, and what quantities of the heavy metals are trapped in the worm tissues.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my gratitude to Dr. Filiz Yüksek and Kerem Yiğit Yüksek for their assistance with the experimental work in the laboratory. The author gratefully acknowledges the Recep Tayyip Erdoğan University Scientific Research Coordinator (with the Project number 2014.113.01.01 (ID=253)) and LAZUTİM, Organic Agriculture, Livestock, Food, Trade Company.

REFERENCES

- Abassi, S.A., Nayeem-Shah, M. & Abassi, T. (2015). Vermicomposting of phytomass: limitations of the past approaches. *Journal of Cleaner Production*, **93**, 103-114. DOI: [10.1016/j.jclepro.2015.01.024](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.024)
- Adi, A.J. & Noor, Z.M. (2009). Waste recycling: Utilization of coffee grounds and kitchen waste in vermicomposting. *Bioresource Technology*, **100**, 1027-1030. DOI: [10.1016/j.biortech.2008.07.024](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.07.024)
- Amouei, A., Yousefi, Z. & Khosravi, T. (2017). Comparison of vermicompost characteristics produced from sewage sludge of wood and paper industry and household solid wastes. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, **15**(5), DOI: [10.1186/s40201-017-0269-z](https://doi.org/10.1186/s40201-017-0269-z)
- Anonymous. (2017a). Hazelnut report of Turkey in 2016, (in Turkish). http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=26370&tipi=17&sube=0 (10 May, 2018).
- Anonymous. (2017b). Turkish tea industry report, 2016 (in Turkish). http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=25738&tipi=38&sube=0 (10 May, 2018).
- Ansari, A.A. & Rajpersaud, J. (2012). Physicochemical changes during vermicomposting of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and grass clippings. International Scholarly Research Network ISRN Soil Science, Article ID.984783:1-6. DOI: [10.5402/2012/984783](https://doi.org/10.5402/2012/984783)
- AOAC Official Method 981.12 pH and E.C.
- Arıman Karabulut, H., Kurtoglu, İ.Z., Yüksek, T. & Osmanoğlu, M.İ. (2016). Use of Worm meal as Animal Protein Source in Fish Feed. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, **1**(2), 64-69.
- Arıman Karabulut, H., Kurtoglu, İ.Z., Yüksek, T. & Bayraktar, Z. (2020). The investigation of the possibility of using red California earthworm (*Eisenia Fetida*) meal as an alternative protein source in Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) diet. *Fresenius Environmental Bulletin*, **29**(04A), 2951-2959.
- Bansal, S. & Kapoor, K.K. (2000). Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology*, **73**(2), 95-98. DOI: [10.1016/S0960-8524\(99\)00173-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00173-X)
- Furlong, C., Rajapaksha, N.S., Butt, K.R. & Gibson W.T. (2017). Is composting worm availability the main barrier to large-scale adoption of worm-based organic waste processing technologies? *Journal of Cleaner Production*, **164**, 1026-1033. DOI: [10.1016/j.jclepro.2017.06.226](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.226)
- Garg, P., Gupta, A. & Satya, S. (2006). Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. *Bioresource Technology*, **97**, 391-395. DOI: [10.1016/j.biortech.2005.03.009](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.03.009)
- Garg, V., Suthar, S. & Yadav, A. (2012). Management of food industry waste employing vermicomposting technology. *Bioresource Technology*, **126**, 437-443. DOI: [10.1016/j.biortech.2011.11.116](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.11.116)
- Hopkin S.P. (1989). Ecophysiology of metals in terrestrial invertebrates. Elsevier Applied Science, London, UK, 366p.
- Hopkin, S.P. & Spurgeon, D.J. (1999). Comparisons of metal accumulation and excretion kinetics in earthworms (*Eisenia fetida*) exposed to contaminated field and laboratory soils. *Applied Soil Ecology*, **11**, 227-243.
- Jorge D.J. & Edwards C.A. (2011). Vermicomposting organic wastes: A review. 2011. <http://jdguez.webs.uvigo.es/wp-content/uploads/2011/10/cairo1.pdf> pp. 369-395-424. (15 Oct 2018).
- Kaushi, P. & Garg, V.K. (2003). Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with the epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology*, **90**(3), 311-316. DOI: [10.1016/S0960-8524\(03\)00146-9](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00146-9)
- Kaviraj, & Sharma, S. (2003). Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. *Bioresource Technology*, **90**(2), 169-173. DOI: [10.1016/S0960-8524\(03\)00123-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(03)00123-8)
- Kızılkaya, R. & Türkay, F.Ş.H. (2014). Vermicomposting of anaerobically digested sewage sludge with hazelnut husk and cow manure by earthworm *Eisenia foetida*. *Compost Science & Utilization*, **22**(2), 68-82. DOI: [10.1080/1065657X.2014.895454](https://doi.org/10.1080/1065657X.2014.895454)
- Lalander, C.H., Komakech, A.J. & Vinnerås, B. (2015). Vermicomposting as manure management strategy for urban small-holder animal farms e-Kampala case study. *Waste Management*, **39**, 96-103. DOI: [10.1016/j.wasman.2015.02.009](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.009)
- Lim, P.N, Wu, T.Y., Clarke, C. & Daud, N.N.N. (2015). A potential bioconversion of empty fruit bunches into organic fertilizer using *Eudrilus eugeniae*. *International Journal of Environmental Science Technoly*, **12**(8), 2533-2544. DOI: [10.1007/s13762-014-0648-2](https://doi.org/10.1007/s13762-014-0648-2)
- Lim, S.L., Wu, T.Y., Lim, P.N. & Shak, K.P.Y. (2014). The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*; **95**, 1143-1156. DOI: [10.1002/jsfa.6849](https://doi.org/10.1002/jsfa.6849)
- Malafaia, G., da Costa Estrela, D., Guimarães, A.T.B., de Araújo, F.G., Leandro, W.M. & de Lima Rodrigues, A.S. 2015. Vermicomposting of different types of tanning sludge (liming and primary) mixed with cattle dung. *Ecological Engineering*, **85**, 301-306. DOI: [10.1016/j.ecoleng.2015.10.010](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.10.010)
- Malley, C., Nair, J., & Ho, G. (2006). Impact of heavy metals on enzymatic activity of substrate and on composting worms *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology*, **97**(13), 1498-1502. DOI: [10.1016/j.biortech.2005.06.012](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.06.012)
- Mousavi, S.A., Faraji, M. & Janjani, H. (2017). Recycling of three different types of rural wastes

- employing vermicomposting technology by *Eisenia fetida* at low temperature. *Global NEST Journal*, **19**(4), 601-606. DOI: [10.30955/gnj.002259](https://doi.org/10.30955/gnj.002259)
- Muthukumaravel, K., Amsath, A. & Sukumaran M. (2008).** Vermicomposting of vegetable wastes using cow dung. *E-Journal of Chemistry*, **5**(4), 810-813.
- Nahmani, J., Hodson, M.E., & Black, S. (2007).** Effects of metals on life cycle parameters of the earthworm *Eisenia fetida* exposed to field-contaminated, metal-polluted soils. *Environmental Pollution*, **149**(1), 44-58. DOI: [10.1016/j.envpol.2006.12.018](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.12.018)
- Ndegwa, P.M. & Thompson, S.A. (2001).** Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresource Technology*, **76**(2), 107-112. DOI: [10.1016/s0960-8524\(00\)00104-8](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(00)00104-8)
- Orhan, İ.E. (2019).** Kırmızı Kaliforniya solucanı – kozmetik ürün ve dış sağlığında yeni bir doğal Hammadde olarak mezenkimal kök hücre (DP-MKH) hattında proliferatif etkisi. 2. *Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Kongresi*, 24-27 Nisan 2019, İstanbul, Türkiye, 288.
- Orhan, İ.E., Mendi, A., Aslan, Ş.M., Şenol Deniz, F.S., Ulutürk, H., Yüksek, T. & Yılmaz, D. (2019).** Kırmızı Kalifornia solucanı-kozmetik ürün ve dış sağlığında yeni bir doğal hammadde. Bartın üniversitesi, III. Ar-Ge Proje Pazarı, 25-26 Nisan, 2019, Bartın, 162.
- Rao, S., SubbaRao, A. & Takkar, P.N. (1996).** Changes in different forms of K under earthworm activity. *Proceedings of the National Seminar on Organic Farming and Sustainable Agriculture*. 9-11 October 1996, South India, 50.
- Singh, R.P., Singh, P., Araujo, A.S.F, Ibrahim, M.H., Sulaiman, O. (2011).** Management of urban solid waste, urban solid waste: vermicomposting a sustainable option. *Resources, Conservation and Recycling*, **55**(7), 719-729. DOI: [10.1016/j.resconrec.2011.02.005](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.02.005)
- Singh, W.R., Pankaj, S.K., Singh, & Kalamdhad, A.S. (2014).** Reduction of bioavailability of heavy metals during vermicomposting of phumdi biomass of Loktak Lake (India) using *Eisenia fetida*. *Chemical Speciation & Bioavailability*, **26**(3), 158-166. DOI: [10.3184/095422914X14043211756226](https://doi.org/10.3184/095422914X14043211756226)
- Sinha, R.K., Herat, S., Bharambe, G. & Brahmabhatt, A. (2010).** Vermistabilization of sewage sludge (biosolids) by earthworms: converting a potential biohazard destined for landfill disposal into a pathogen-free, nutritive and safe biofertilizer for farms. *Waste Management Research*, **28**(10), 872-81. DOI: [10.1177/0734242X09342147](https://doi.org/10.1177/0734242X09342147)
- Standart methods, 3125.** Metals in water by ICP/MS.
- Suthar, S. (2007).** Nutrient changes and biodynamics of epigeic earthworm *Perionyx excavatus* (Perrier) during recycling of some agriculture wastes. *Bioresource Technology*, **98**(8), 1608-1614. DOI: [10.1016/j.biortech.2006.06.001](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.06.001)
- Suthar, S. (2010).** Pilot-scale vermireactors for sewage sludge stabilization and metal remediation process: comparison with smallscale vermireactors. *Ecological Engineering*, **36**(5): 703-712. DOI: [10.1016/j.ecoleng.2009.12.016](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.12.016)
- Suthar, S., Kumar, K. & Mutiyar, P.K. (2015).** Nutrient recovery from compostable fractions of 826 municipal solid wastes using vermitechnology. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, **17**, 174-184. DOI: [10.1007/s10163-014-0238-x](https://doi.org/10.1007/s10163-014-0238-x)
- Tang, R., Ding, C., Ma, Y., Wang, J., Zhang, T. & Wang, X. (2017).** Metabolic Responses of *Eisenia Fetida* to Individual Pb and Cd Contamination in Two Types of Soils. *Scientific Reports*, **7**, 13110, 13 pages. DOI: [10.1038/s41598-017-13503-z](https://doi.org/10.1038/s41598-017-13503-z)
- TS 8337 ISO 11261.** Soil quality-Determination of total nitrogen- Modified Kjeldahl method.
- Yadav, A. & Garg, V.K. (2011).** Industrial wastes and sludge management by vermicomposting. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, **10**, 243-276. DOI: [10.1007/s11157-011-9242-y](https://doi.org/10.1007/s11157-011-9242-y)
- Yüksek, T., Verep, B. & Baltacı, C. (2017).** Investigation of vermiwash obtained from animal fertilizer in terms of traces and nutrients. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, **5**(8), 986-991.
- Yüksek, T. (2019).** The effect of different type feeding materials on red California worm number and weight. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, **4**(1), 1-6. DOI: [10.35229/jaes.477726](https://doi.org/10.35229/jaes.477726)
- Yüksek, T., Atamov, V. & Türüt, K. (2019).** Determination of some nutrient elements in solid vermicompost obtained from red California worm feeding with brewed tea waste and domestic food waste. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, **4**(2), 263-271. DOI: [10.35229/jaes.586428](https://doi.org/10.35229/jaes.586428)



Length-Weight Relationships of Ten Fish Species From Lake Eğirdir, Turkey

Meral APAYDIN YAĞCI* Ahmet Alp² Abdulkadir YAĞCI¹ Rahmi Uysal³ Fuat Bilgin⁴ Mehmet Cesur⁵ Vedat Yeğen⁴

¹Sheep Breeding Research Institute, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Bandırma, Balıkesir, Turkey

²Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, University of Kahramanmaraş Sütçü İmam, 46100, Kahramanmaraş, Turkey

³Isparta Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Eğirdir, Isparta, Turkey

⁴Fisheries Research Institute, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, 32500, Eğirdir, Isparta, Turkey

⁵18th Regional Directorate of State Hydraulic Works, Isparta, Turkey

Geliş/Received: 16.08. 2021

Kabul/Accepted: 28.03. 2022

Yayın/Published: 30.06. 2022

How to cite: Apaydın Yağcı, M., Alp, A., Yağcı, A., Uysal, R., Bilgin, F., Cesur, M. & Yeğen V.. (2022). Length-Weight Relationships of Ten Fish Species From Lake Eğirdir, Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 105-109.

Atf yapmak için: Apaydın Yağcı, M., Alp, A., Yağcı, A., Uysal, R., Bilgin, F., Cesur, M. & Yeğen V.. (2022). Eğirdir Gölü'nden 10 Balık Türünün Boy-Ağırlık İlişkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 105-109.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-2108-1853>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0416-3670>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-7897-1734>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-7342-9380>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-2307-3611>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-7482-6353>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-5349-1497>

*Corresponding author's:

Meral APAYDIN YAĞCI
Sheep Breeding Research Institute, Republic of
Turkey Ministry of Agriculture and Forestry,
Bandırma, Balıkesir, Turkey
✉: meralyagci@gmail.com

Abstract: In this study, length-weight relationship for 10 fish species (*Cyprinus carpio* (common and mirror carp), *Anatolichthys iconii*, *Atherina boyeri*, *Carassius gibelio*, *Pseudophoxinus egridiri*, *Pseudorasbora parva*, *Sander lucioperca*, *Seminemacheilus ispartensis* and *Vimba vimba*) in Lake Eğirdir were assessed. Samples were obtained monthly from January 2010 to June 2011 of Lake Eğirdir, in Turkey. Moreover, for 3 Anatolian endemics species (*A. iconii*, *S. ispartensis* and *P. egridiri*) determined for the first time new maximum lengths are recorded.

Keywords: Endangered fish, fishbase, growth type, lake Eğirdir, red list, Turkey.

Eğirdir Gölü'nden 10 Balık Türünün Boy-Ağırlık İlişkisi

*Sorumlu yazar:

Meral APAYDIN YAĞCI
Koyunculuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,
T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bandırma,
Balıkesir, Türkiye.
✉: meralyagci@gmail.com

Öz: Bu çalışmada; Eğirdir Gölü'nde 10 balık türünde (*Cyprinus carpio* (pullu ve aynalı sazan), *Anatolichthys iconii*, *Atherina boyeri*, *Carassius gibelio*, *Pseudophoxinus egridiri*, *Pseudorasbora parva*, *Sander lucioperca*, *Seminemacheilus ispartensis* ve *Vimba vimba*) boy-ağırlık ilişkisi değerlendirilmiştir. Türkiye'de Eğirdir Gölü'nden Ocak 2010'dan Haziran 2011'e kadar aylık olarak numuneler alınmıştır. Ayrıca ilk kez belirlenen 3 Anadolu endemik türü (*A. iconii*, *S. ispartensis* ve *P. egridiri*) için yeni maksimum uzunluklar kaydedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Büyüme tipi, Eğirdir gölü, fishbase, kırmızı liste, nesli tükenmekte olan balık, Türkiye.

INTRODUCTION

Eğirdir Lake, which is a tectonic lake, is located at about 924 m from sea level with a total surface area of 500 km² and the second largest freshwater in Turkey (Lahn, 1948; Numann, 1958). Information of length-weight relationships are principal in fisheries sustainability and population dynamics (Tarkan & Vilizzi, 2016). In addition, length-weight relationship with the expressed fish growth

is isometric or allometric (Le Cren, 1951; Ricker, 1975; Pe'rez-Bote & Roso, 2012).

Length-weight relationship parameters (a and b), gives the possibility to estimate the size of fish by weight, the calculation of the index condition, in different habitats populations of morphology and to compare their life cycle (Britton & Davies, 2007; Yılmaz et al., 2007; Yılmaz et al., 2010; Pe'rez-Bote & Roso, 2012; Giosa et al., 2014; Alagoz Erguden, 2015; Yoğurtçuoğlu & Ekmekçi, 2015;

Saç & Okgerman, 2016; Sungur Birecikligil et al., 2016; İlhan & İlhan, 2018). Up to now, several studies regarding the fish fauna in Eğirdir Lake were conducted (Küçük et al., 2009; Güçlü, 2012; Yerli et al., 2013; Yağcı et al., 2016). The present study describes the length-weight relationships for ten fish species (3 native, 4 introduced and 3 endemic) inhabiting the Lake Eğirdir. This research reports the new length-weight relationships for two endemic (*S.ispartensis* and *P.egridiri*) species for Lake Eğirdir in Turkey.

MATERIAL AND METHOD

Fish specimens were collected monthly from January 2010 to June 2011 in Lake Eğirdir. Fish measured for total length (TL) to the nearest centimeter and weighed (W) to the nearest gram. Fish were collected using different mesh size (10x10, 16x16, 20x20, 25x25, 30x30, 35x35, 40x40, 45x45, 50x50, 55x55, 60x60, 65x65, 70x70, 80x80, 100x100 mm) gillnets that one of them length (10x10 mm) were 25 meters, fifteen of them length were 100 meters and seine-net (mesh size: 0.9 mm). For each species, the length-weight relationship was calculated using the expression: $\text{Log}W = \text{Log} a + b \text{Log} L$, where “W” is the weight (g) and “L” the total length (cm), “a” is the intercept of the regression and “b” is the slope or regression coefficient (i.e., “a” is a coefficient related to body form and “b” is an exponent indicating isometric growth when equal to 3 and indicating allometric growth when significantly different

from 3) (Le Cren, 1951; Froese, 2006). Whether the b values obtained from the length-weight relationship of the samples were different from 3 was determined using the t-test. The t-test results of b values were taken into account while determining the growth types of the species. In addition, 95% confidence intervals (95%CI) of a and b values for species were also calculated (Zar, 1999). The ethics committee report of the project was obtained from the Süleyman Demirel University (SDU) Animal Experiments Local Ethics Committee and was approved by the SDU Animal Experiments Local Ethics Committee (Date 25.12.2018 and Decision No: 01).

RESULTS

A total of 7670 specimens from ten fish species (Table 1), each belonging to a different family, were analyzed. *A. boyeri* was caught with the seine-net and gillnet, other fish species were caught with the gillnets. The parameters of the LWR of the ten fish species are presented. Also, according to the information in FishBase length-weight relationships and maximum total lengths for three endemic species are reported here for the first time (Table 1). The most abundant species included *Carassius gibelio* and *Atherina boyeri*. Length and weight data were plotted for each species (Figures 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1h, 1i, 1j).

Table 1. The length-weight relationship parameters for ten fish species from Lake Eğirdir, Turkey

Family/species	IUCN Category	N	Length (TL, cm)		Weight (g)		Parameters		aCL _{95%}		bCL _{95%}		r ²	t _{th}	Growth type
			Min	Max	Min	Max	a	b	Min	Max	Min	Max			
Cyprinidae															
<i>Cyprinus carpio</i> (Common carp/native)	VU	305	9.3	65.7	12.4	5622	0.0140	3.0834	0.0120	0.0160	3.0507	3.1173	.9907	3,02 ^a	A+
<i>Cyprinus carpio</i> (Mirror carp/ introduced)	VU	30	15	53	55.9	2633	0.0110	3.1580	0.0069	0.0151	3.0518	3.2642	.9924	4,85 ^b	A+
<i>Carassius gibelio</i> (Prussian carp/introduced)	LC	3987	6.9	38.2	3.7	1266	0.0108	3.1711	0.0110	0.0110	3.1573	3.1847	.9793	23,44 ^c	A+
<i>Pseudophoxinus egridiri</i> (Eğirdir minnow/endemic)	EN	551	4.7	10	2.4	17.4	0.0182	2.9425	0.0141	0.0219	2.8579	3.0421	.8808	1,24 ^d	A-
<i>Pseudorasbora parva</i> (Topmouth gudgeon/introduced)	LC	88	6.1	11.1	3.5	25.5	0.0080	3.3215	0.0060	0.0010	3.1652	3.4788	.9530	4,04 ^e	A+
<i>Vimba vimba</i> (Vimba bream/native)	LC	334	12.2	35.9	18.2	576.5	0.0057	3.2116	0.0060	0.0060	3.1748	3.2492	.9891	11,42 ^f	A+
Atherinidae															
<i>Atherina boyeri</i> (Big-scale sand smelt/ introduced)	LC	2098	2.7	10.4	0.12	9.42	0.0048	3.1729	0.0040	0.0040	3.1886	3.2474	.9663	14,47 ^g	A+
Cyprinodontidae															
<i>Anatolichthys iconii</i> (Icon toothcarp/endemic)	NE	47	4.3	6.1	2.25	3.2	0.2086	1.6168	0.0918	0.3262	1.2694	1.9646	.6630	8,05 ^h	A-
Percidae															
<i>Sander lucioperca</i> (Pike-perch/introduced)	LC	166	16.3	66.4	105	3091	0.0055	3.136	0.0051	0.0129	2.8871	3.0909	.9872	4,89 ⁱ	A+
Balitoridae															
<i>Seminemacheilus ispartensis</i> (Southern pond loach/endemic)	VU	64	6.7	12.2	4.43	17.3	0.0286	2.5398	0.2763	0.3037	2.3185	2.7615	.8900	4,06 ^j	A-

a, (t-test, $t_{10} > t_{0.05, 30} = 1.70$); b, (t-test, $t_{10} < t_{0.05, 30} = 1.65$); c, (t-test, $t_{10} > t_{0.05, 3987} = 1.64$); d, (t-test, $t_{10} > t_{0.05, 551} = 1.65$); e, (t-test, $t_{10} < t_{0.05, 88} = 1.66$); f, (t-test, $t_{10} > t_{0.05, 334} = 1.65$); g, (t-test, $t_{10} > t_{0.05, 2098} = 1.65$); h, (t-test, $t_{10} < t_{0.05, 47} = 1.68$); i, (t-test, $t_{10} > t_{0.05, 166} = 1.65$); j, (t-test, $t_{10} > t_{0.05, 64} = 1.67$)
 N, number of individuals; a, intercept of the relationship; b, slope of the relationship; r², coefficient of determination; CL, confidence limits;
 A+, allometric positive; A-, allometric negative. New maximum lengths data in bold

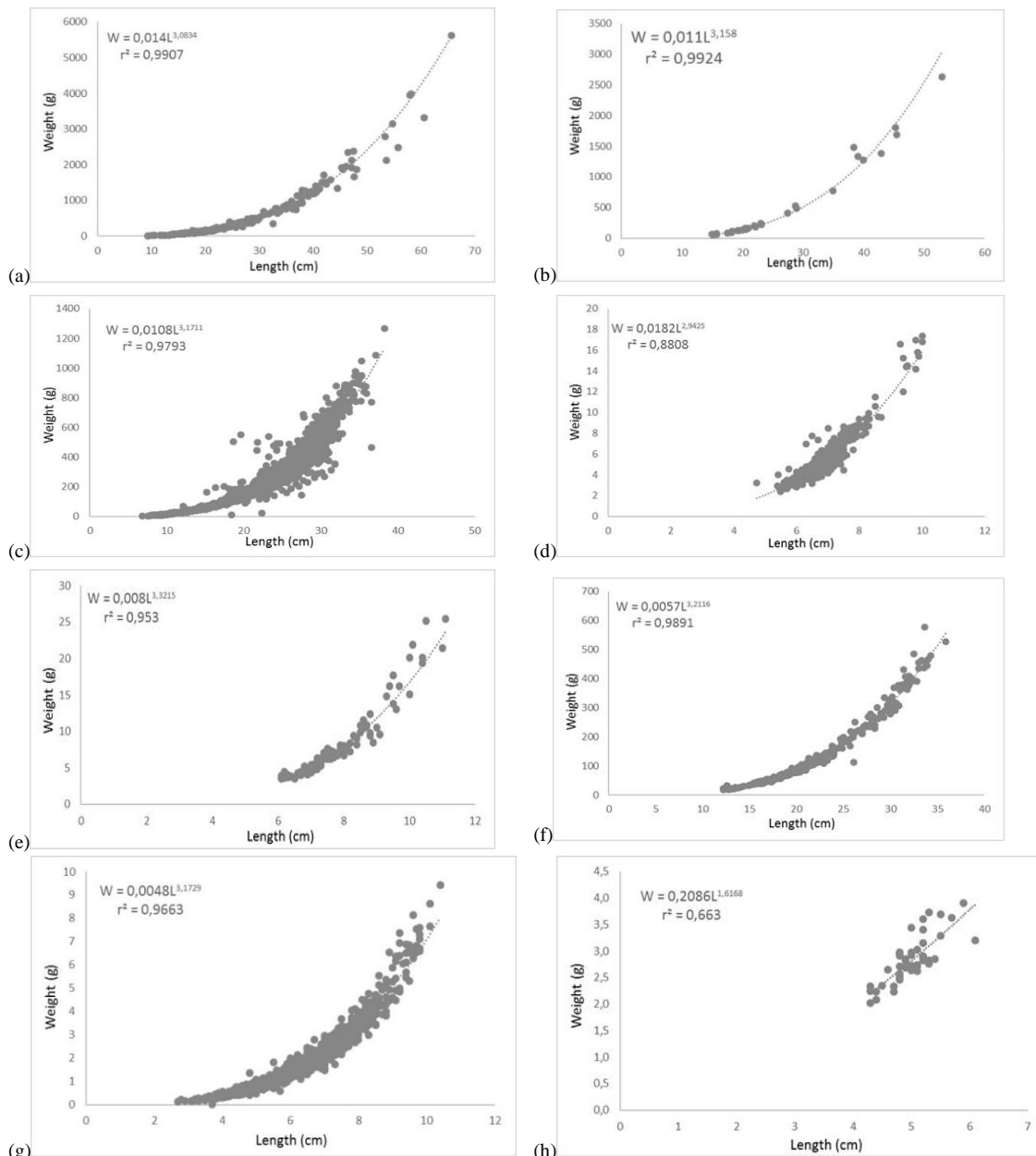
DISCUSSION AND CONCLUSION

The “a” value in the length-weight relationship equation in fish shows the average condition of the individuals, while the “b” value shows the shape of the fish according to the conditions it is in (Avşar, 2005). In general, for all species estimated “b” values, fell within expected range of 2.7-3.4 (Froese, 2006). It has been

reported that the length-weight relationship was strong (r²=0.988) in *Carassius gibelio* samples captured from Lake Ladik, and the calculated b value was different from 3 (b>3) and the result was positive allometric (Yazıcıoğlu et al., 2013). In the present study, the correlation coefficient (r²) was found to be 0.990 while for *Cyprinus carpio* (common carp), Zencir Tanır (2020) recorded a correlation coefficient 0.972 in Tercan Dam Lake

(Turkey). The value of growth coefficient (b) was estimated as 3.083 which not differed significantly from value of 3, indicating a positive allometric growth for the *C. carpio*. Saylar & Şanlı Benzer, (2014) have informed negative allometric growth for *C. carpio* in Mogan Lake, with b values 2.8. However, positive allometric growth for *C. carpio* has been reported by Karataş et al., (2007) who reported b value 3.31 in Almus Dam Lake. The exponent of the length-weight relationship for *Sander lucioperca* indicate positive allometric growth (b=3,13) in this study. While *S. lucioperca* showed positive allometric growth in 2004 (b= 3,14 ; Balık et al., 2004) in Lake Eğirdir in Turkey, it showed negative allometric growth in another study conducted in 2006 (İzci & Kuşat, 2006). Length-weight relationship in Turkey (Ablak & Yılmaz, 2004) (b=3,07), in Tunisia (M'Hetli et al., 2011) (b=3,06) indicate

isometric growth. *Atherina boyeri* is found in freshwater, lagoon and marine environments. With the b value obtained in this study, *A. boyeri* showed positive allometric (b=3.17) growth. With previous studies in the lake (b=3.25, Bostancı et al., 2014; b=2.78, İnnal & Engin, 2020) and studies conducted in different ecosystems in Turkey (b=3.29, Gençoğlu and Ekmekçi 2016; b= 3.20, Özeren 2009; b=2.90, İlhan & Sarı, 2015; b=2.94, İnnal & Engin, 2020) showed similar growth. The b value of *Pseudorasbora parva* fish was determined as 3.32 in this study (positive allometric). It was reported as 3.03-2.97 in Hirfanlı dam lake (Benzer & Benzer, 2020), 2.83-2.94 in Mogan lake (Benzer et al., 2016) 3.1 in Tajan River (Aazami et al., 2015) and 3.047 in Island ecosystem (Gökçeada) (Ağdamar and Gaygusuz, 2021).



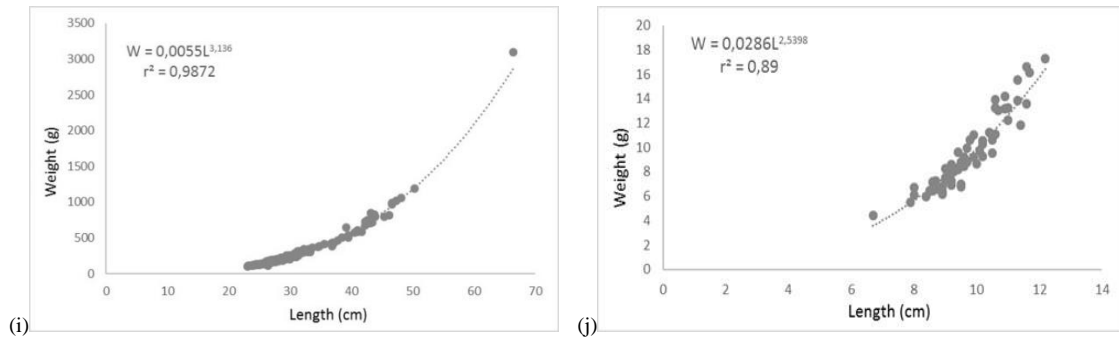


Figure 1. Total length and weight plotted for: *Cyprinus carpio* (common carp) (1a); *Cyprinus carpio* (mirror carp) (1b); *Carassius gibelio* (1c); *Pseudophoxinus egridiri* (1d); *Pseudorasbora parva* (1e); *Vimba vimba* (1f); *Atherina boyeri* (1g); *Anatolichthys iconii* (1h); *Sander lucioperca* (1i); *Seminemacheilus ispartensis* (1j)

The lowest “b” value found for the species *Anatolichthys iconii* could be attributed, among others, to the narrow length range of captured specimens (4.3-6.1 cm). All regressions were strong relationship (with $r^2 \geq 0.890$, only except *A.iconii* (with $r^2 \geq 0.663$). According to one way t-test of specimens, *P. egridiri*, isometric; *A.iconii*, and *S.ispartensis*, negative allometric; other species showed positive allometric growth type (Table 1). *A.iconii*, *S.ispartensis* and *P. egridiri* were listed in the Turkey species Red list in 2014 categorized as an Near Threatened, Vulnerable and Endangered in Fishbase. In conclusion, this research provides new information on the biology of freshwater fish belonging to Anatolian endemics on this Red list species in Turkey and information on the length-weight relationships of 10 fish species from the Lake Eğirdir. Finally, our study will be contribute for endemic species, especially *S.ispartensis* and *P. egridiri*, *A.iconii*, awareness, management and conservation.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by the General Directorate of Agricultural Research and Policies, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry (TAGEM/HAYSÜD/2010-09-01-01 Project No).

REFERENCES

- Aazami, J., Esmaili -Sari, A., Abdoli, A., Sohrabi, H. & Van Den Brink, P.J. (2015). Length-weight relationships of 14 fish species from Tajan River, Southern Caspian Sea basin, Iran. *Iranian Journal of Ichthyology*, 2(4), 299 -301.
- Ablak, Ö. & Yılmaz, M. (2004). Growth properties of Pikeperch (*Sander lucioperca* (L., 1758)) living in Hirfanlı Dam Lake. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 455-463.
- Ağdamar, S. & Gaygusuz, Ö. (2021). Condition, length-length and length-weight relationship for four introduced freshwater fish species from an island ecosystem (Gökçeada, Turkey). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(3), 403-408. DOI: 10.35229/jaes.923425
- Alagoz Erguden, S. (2015). Determination of condition factor and length-weight relationship of the Prucian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) inhabiting Seyhan Dam Lake. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 1(1), 157-166.
- Avşar, D. (2005). Balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği. Nobel Kitabevi, 332p. Adana.
- Balık, İ., Çubuk, H., Özkök, R. & Uysal, R. (2004). Size composition, growth characteristics and stock analysis of the Pikeperch, *Sander lucioperca* (L. 1758), population in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 715-722.
- Benzer, S. & Benzer, R. (2016). Evaluation of growth in pike (*Esox lucius* L., 1758) using traditional methods and artificial neural networks. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(2), 543-554. DOI: 10.15666/aer/1402_543554
- Benzer, S. & Benzer, R., 2020. Growth and length-weight relationships of *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) in Hirfanlı Dam Lake: Comparison with traditional and artificial neural networks approaches. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(3)1098-1110. DOI: 10.22092/ijfs.2018.119889
- Bostancı, D., Apaydın Yağcı, M., Konaş, S., Kurucu, G. & Polat, N. (2014). İstilacı Bir Tür *Atherina boyeri* Risso, 1810 'nın Eğirdir Gölü Popülasyonunda Morfometrikve Bazı Kemiksi Yapıların Biyometrik Özellikleri, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 10, 1-11.
- Britton, J.R. & Davies, G.D. (2007). Length–weight relationships of the invasive topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) in ten lakes in the UK. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 624-626.
- Freyhof, J. & Yagurcuoglu, B. (2020). A proposal for a new generic structure of the killifish family Aphaniidae, with the description of *Aphaniops teimorii* (Teleostei: Cyprinodontiformes). *Zootaxa*, 4810(3), 421-451.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationship: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241-253.
- Gençoğlu, L. & Ekmekçi, F. G. (2016). Growth and reproduction of a marine fish, *Atherina boyeri* Risso 1810, in a freshwater ecosystem, *Turkish Journal of Zoology*, 40, 534-542. DOI: 10.3906/zoo-1406-42

- Giosa, M.D., Czerniejewski, P. & Rybczyk, A. (2014).** Seasonal Changes in Condition Factor and Weight-Length Relationship of Invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Leszczynskie Lakeland, Poland. *Advances in Zoology*, 7p.
- Güçlü, S.S. (2012).** Population structure of killifish, *Aphanius anatoliae* (Cyprinodontidae) endemic to Anatolia in Lake Eğirdir-Isparta (Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(4), 786-795.
- İlhan, A. & Sarı, H.M. (2015).** Length-weight relationships of fish species in Marmara Lake, West Anatolia, Turkey. *Croatian Journal of Fisheries*, 73, 30-32. DOI: 10.14798/73.1.784
- İlhan, A. & İlhan, D. (2018).** Length-weight relationship and condition of big-scale sand smelt (*Atherina boyeri* Risso, 1810) from Marmara Lake (Manisa) and Homa Lagoon (İzmir). *The Black Sea Journal of Sciences*, 8(1), 25-34.
- İnnal, D. & Engin, S. (2020).** Length-weight relationships of *Atherina boyeri* Risso, 1810 and *A. hepsetus* Linnaeus, 1758 (Teleostei: Atherinidae) from some inland, brackish water and marine systems of Turkey. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 49(06), 1099-1104.
- İzci, L. & Kuşat, M. (2006).** Some population parameters of Pikeperch (*Sander lucioperca* (L.,1758)) in Lake Eğirdir. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10, 167-172.
- Karataş, M., Çiçek, E., Başusta, A. & Başusta, N. (2007).** Age, growth and mortality of common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) population in Almus Dam Lake (Tokat/Turkey). *Journal of Applied Biological Sciences*, 1, 81-85.
- Küçük, F., Sarı, H.M., Demir, O. & Gülle, İ. (2009).** Review of the ichthyofaunal changes in lake Eğirdir between 1915 and 2007. *Turkish Journal of Zoology*, 33(3), 277-286.
- Le Cren, E.D. (1951).** The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2), 201-219.
- Lahn, E. (1948).** Türkiye göllerinin jeolojisi ve jeomorfolojisi hakkında bir etüd. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları*, B(12), 87p.
- M'hetli, M., Ben Khemis, I., Hamza, N., Turku, B. & Turku, O. (2011).** Allometric growth and reproductive biology traits of pikeperch *Sander lucioperca* at the southern edge of its range. *Journal of Fish Biology*, 78, 567-579. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2010.02878.x
- Numann, W. (1958).** Anadolunun muhtelif göllerinde limnolojik ve balıkçılık ilmi bakımından araştırmalar ve bu göllerde yaşayan sazınlara hakkında özel bir etüd. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları*, 7, 112.
- Özeren, S. C. (2009).** Age, growth and reproductive biology of the sand smelt *Atherina boyeri*, Risso 1810 (Pisces: Atherinidae) in Lake Iznik, Turkey. *Journal of Fisheries International*, 4, 34-39.
- Pe'rez-Bote, J.L. & Roso, R. (2012).** Growth and length-weight relationships of *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) in the Alcántara Reservoir, south-western Spain: comparison with other water bodies in Eurasia. *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 264-268.
- Ricker, W.E. (1975).** Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 1-382.
- Saç, G., Okgerman, H. (2016).** Length-Weight Relationship, Length-Length Relationship and Condition Factor of Some Fish Populations in Büyükçekmece Reservoir (İstanbul, Turkey). *Journal of Limnology and Freshwater Research*, 2(1), 43-48.
- Saylar, Ö. & Şanlı Benzer, S. (2014).** Age and growth characteristics of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Mogan Lake, Ankara, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(5), 1447-1453.
- Sungur Birecikligil, S., Çiçek, E., Öztürk, S., Seçer, B. & Celepoğlu, Y. (2016).** Length-length, length-weight relationship and condition factor of fishes in Nevşehir Province, Kızılırmak River Basin (Turkey). *Acta Biologica Turcica*, 29(3), 72-77.
- Tarkan, A.S. & Vilizzi, L., A. (2016).** Re-assessment of the growth index for quantifying growth in length of fish with application to Roach, *Rutilus rutilus* (L., 1758). *Journal of Limnology and Freshwater Research*, 2(1), 49-58.
- Yağcı, A., Apaydın Yağcı, M., Bilgin, F. & Erbatır, İ. (2016).** The effects of physicochemical parameters on fish distribution in Eğirdir Lake, Turkey. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(2), 846-857.
- Yazıcıoğlu, O., Yılmaz, S., Yazıcı, R., Polat, N. (2013).** Condition factor, length-weight and length-length relationships of prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) inhabiting Lake Ladik, Samsun, Turkey. *The Black Sea Journal of Sciences*, 3(9), 72-80.
- Yerli, S.V., Alp, A., Yeğen, V., Uysal, R., Apaydın Yağcı, M. & Balık, İ. (2013).** Evaluation of the ecological and economical results of the introduced alien fish species in Lake Eğirdir, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 795-809.
- Yılmaz, M., Gül, A. & Saylar, Ö. (2007).** The growth features of *Cyprinus carpio* L., 1758 Living in Hirfanlı Dam Lake Kırşehir. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 37-57.
- Yılmaz, S., Polat, N. & Yazıcıoğlu, O. (2010).** Length-weight and length-length relationships of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) inhabiting inland waters of Samsun province. *The Black Sea Journal of Sciences*, 1(2), 39-47.
- Yoğurtçuoğlu, B. & Ekmekçi, F.G. (2015).** Length-weight and length-length relationships of eight endemic *Aphanius* species from Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 811-813.
- Zar, J.H. (1999).** Biostatistical Analysis, 4th edn. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 663p.



Investigating the Presence of *Salmonella* spp. in the Feces of Red Deer (*Cervus elaphus*) in Istanbul

Cansu ENGİN^{1*} Mehmet Can ÖZTÜRK¹ Yalçın ABUL¹ Ayşe Iğın KEKEÇ² Arzu Funda BAĞCIGİL²

¹Istanbul University-Cerrahpaşa, Institute of Graduate Studies, Department of Microbiology (Veterinary), Avcılar, Istanbul, Turkey

²Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology, Büyükdere, Istanbul, Turkey

Geliş/Received: 23 .01. 2022

Kabul/Accepted: 08 .03. 2022

Yayın/Published: 30 .00. 2022

How to cite: Engin, C., Öztürk, M.C., Abul, Y., Kekeç, A.I. & Bağcigil, A.F. (2022). Investigating the Presence of *Salmonella* spp. in the Feces of Red Deer (*Cervus elaphus*) in Istanbul. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 110-114. <https://doi.org/10.35229/jaes.1061914>

Atıf yapmak için: Engin, C., Öztürk, M.C., Abul, Y., Kekeç, A.I. & Bağcigil, A.F. (2022). İstanbul'da Bulunan Kızıl Geyiklerin (*Cervus elaphus*) Dışkılarında *Salmonella* spp. Varlığının Araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 7(2), 110-114. <https://doi.org/10.35229/jaes.1061914>

*ID: <https://orcid.org/0000-0001-5840-9675>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4856-3796>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-8783-9420>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0821-8376>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8838-7291>

*Corresponding author's:

Cansu ENGİN

Istanbul University-Cerrahpaşa, Institute of Graduate Studies, Department of Microbiology (Veterinary), Avcılar, Istanbul, Turkey.

✉: cansu.engin@ogr.iuc.edu.tr

Abstract: Wildlife is an important source of many infectious agents for domestic animals and humans. Increasing interactions between humans, domestic animals, and wildlife may cause the infection of contagious agents between the species. Domestic animals can be easily infected with *Salmonella* serovars as a result of its asymptomatic presence in the intestinal flora of wild animals and its spreading around. The presence of *Salmonella* species in the feces of red deer (*Cervus elaphus*), which is an important member of wildlife in Turkey, was investigated in the present study. A total of 240 fecal samples were collected in sterile dry plastic containers from free-ranging deer at the Deer Breeding Farm in Istanbul Belgrad Forest, once a month for a year. The samples collected were examined through conventional culture and molecular methods (PCR). *Salmonella* spp. was not isolated from the samples examined. As a result, considering that wildlife may pose a potential health risk in terms of domestic animals and public health, it will be beneficial to conduct studies on both *Salmonella* agents and all bacterial agents in deer in terms of wildlife and public health.

Keywords: Deer, feces, isolation, PCR, *Salmonella*.

İstanbul'da Bulunan Kızıl Geyiklerin (*Cervus elaphus*) Dışkılarında *Salmonella* spp. Varlığının Araştırılması

Öz: Yaban hayatı, hem evcil hayvanlar hem de insanlar için birçok enfeksiyöz etkenin önemli bir kaynağıdır. İnsanlar, evcil hayvanlar ve yaban hayatı arasındaki artan etkileşimler, enfeksiyöz etkenlerin türler arası bulaşmasına neden olabilmektedir. *Salmonella* serovarlarının yaban hayvanlarının barsak florasında asemptomatik olarak bulunması ve çevreye yayılması sonucu kolaylıkla evcil hayvanlara bulaşabilmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de yaban hayatının önemli bir üyesi olan kızıl geyik (*Cervus elaphus*) dışkılarında *Salmonella* türlerinin varlığı araştırıldı. İstanbul Belgrad Ormanı'ndaki Geyik Üretim Çiftliği'nde serbest halde yaşayan geyiklerden bir yıl boyunca her ay bir kez olmak üzere steril kuru plastik kaplara toplamda 240 dışkı örneği toplandı. Toplanan örnekler konvansiyonel kültür yöntemleri ve moleküler yöntemler (PCR) ile incelendi. İncelenen örneklerden *Salmonella* spp. izole edilmedi. Sonuç olarak yaban hayatının, evcil hayvan ve halk sağlığı açısından potansiyel bir sağlık riski oluşturabileceği göz önüne alındığında geyiklerde sadece *Salmonella* etkenlerinin değil tüm bakteriyel ajanlarla ilgili çalışmaların yapılması hem yaban hayatı hem de halk sağlığı açısından yararlı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Dışkı, geyik, izolasyon, PCR, *Salmonella*.

*Sorumlu yazar:

Cansu ENGİN

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı (Veteriner), Avcılar, İstanbul, Türkiye

✉: cansu.engin@ogr.iuc.edu.tr

INTRODUCTION

Wildlife is an important source of infectious diseases with which humans can be infected. These diseases may include rabies, avian flu, cryptosporidiosis, Lyme disease, and salmonellosis, which are important for human life (Jijón et al., 2007). Salmonellosis is one of the important food-borne infections (Scallan et al., 2011). It is known that *Salmonella* species are enteric zoonotic pathogens that are widely found in the environment, wildlife, and domestic animals. *Salmonella* species are a member of the Enterobacteriaceae family and they are non-spore-forming and Gram-negative facultative anaerobic bacilli (Cakin et al., 2020). It has approximately 2600 serovars, of which most belong to the *Salmonella enterica* subspecies (Albufera et al., 2009; Botti et al., 2013; Rubini et al., 2016).

Salmonellosis is a globally significant disease caused by *Salmonella* species that emerges by vectors or by spreading between the species. Many serovars within the *Salmonella* species are pathogenic only in animals, only in humans, or in both animals and humans. *Salmonella* spp. can widely infect numerous living beings from domestic animals to reptiles, wild birds, and mammals. Moreover, it can be isolated from the intestinal contents of birds and mammalians. Infectious pathogens originating from wildlife are attracting attention all around the world, mostly due to their zoonotic potential in the breeding and health of farm animals (Hilbert et al., 2012).

Most of the domestic and wild animals with colonized *Salmonella* species carry this agent in their gastrointestinal system without showing any clinical symptoms and contaminate the environment (Sanchez et al., 2002). Wild animals have important ecological roles. As an example, their carrier and protective functions can be specified for the identification of infectious agents, which are important in terms of environmental health, showing that wild animals have global importance in the epidemiology of salmonellosis. Thus, wildlife is important in the One Health concept (Iovine et al., 2015).

When considering the effect of wildlife on carrying and contaminating the pathogenic agents such as *Salmonella* spp. to humans and domestic animals, the number of studies examining *Salmonella* species from wild animals in Turkey is limited. In the present study, the presence of *Salmonella* spp. was investigated in the fecal samples taken from the free-ranging deer at the Deer Breeding Farm at Istanbul Belgrad Forest.

MATERIAL AND METHOD

In this study, a total of 240 fecal samples, including 20 samples per month, were collected from free-ranging wild red deer (*Cervus elaphus*) in an area of 100

hectares in Bahçeköy Deer Breeding Farm, under the body of the General Directorate of Nature Conservation and National Parks of the Ministry of Agriculture and Forestry in Istanbul Belgrad Forests between April 2019 and March 2020 for the isolation and identification of *Salmonella*. Fresh fecal samples collected every month regularly from different regions of a 100-hectare land were taken into sterile dry vessels containing feces and delivered to the laboratory as soon as possible within cold chain (Carroll et al., 2015).

Among the samples, isolation of *Salmonella* species were performed according to the Protocol of the World Health Organization on *Salmonella* spp. isolation from Food and Animal feces (WHO 2010). The samples delivered to the laboratory were incubated for 18-20 hours at 37°C in Buffered Peptone Water for pre-enrichment. After the pre-enrichment process, cultures were passaged into Tetrathionate Broth (Oxoid) and Rappaport-Vassiliadis Soya Broth (Hi-Media) for selective enrichment and incubated for 18-24 hours at 37°C and 41.5°C, respectively. Hektoen Enteric Agar (Condalab) including novobiocin (15 µg/ml final concentration) and MacConkey Agar (Hi-Media) were used for the selective agar for isolation (Cakin et al., 2020). Black colonies on Hektoen Enteric Agar and lactose-negative semi-transparent yellowish colonies on MacConkey Agar were passaged to obtain pure cultures. As a result of the biochemical tests performed from the pure cultures, the isolates which were urease negative and methyl red, citrate positive, and formed H₂S and gas in Triple Sugar Iron Agar, were evaluated as presumptive *Salmonella* spp. These isolates were examined by PCR by using *Salmonella* spp.-specific *invA* gene region primer-139 (5'GTG AAA TTA TCG CCA CGT TCG GGC AA3') and primer-141 (5'TCA TCG CAC CGT CAA AGG ACC C3') (Rahn et al., 1992).

As a positive control, *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, from the culture collection of Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, Istanbul University-Cerrahpaşa, was used. *Salmonella* spp.-specific gene region was sought in the electrophoresis that was conducted after the DNA extraction and DNA amplification procedures.

RESULTS

According to the colony morphology, 67 presumptive- *Salmonella* isolates were detected in 240 fecal samples examined. As a result of the biochemical tests conducted on these isolates, 14 *Salmonella* spp.-suspicious isolates were found. No *invA* gene region was found in the isolates as a result of the PCR applied for the *invA* gene region. *Salmonella* spp. was not isolated in the 240 fecal samples examined.

DISCUSSION AND CONCLUSION

Wildlife is an ecosystem formation that naturally hosts plants and animals. It is possible to classify the animals in this formation as mammalians, birds, reptiles, and invertebrates (Oğurlu, 1988). Deer, one of the most well-known members of wildlife, are animals that identify the *Cervus* genus in the family Cervidae in the class mammals (Linnaeus, 1758) (ITIS, 2012).

Among the important bacterial diseases affecting deer, various infections such as bovine tuberculosis, paratuberculosis, yersiniosis, leptospirosis, brucellosis, pasteurellosis, anthrax, colibacillosis, malignant edema, tetanus, and soft kidney disease can be regarded. Tuberculosis, brucellosis, salmonellosis, and anthrax are also important infections in terms of public health (Mackintosh et al., 2002; Ayanegui-Alcerreca., 2007; French et al., 2010; Sieber et al., 2010). *Salmonella* species, members of Enterobacteriaceae family, are primarily colonized in small intestine of different animal types and they are non-spore-forming and Gram-negative bacilli (Popoff & Le Minor, 2015). Rapid spreading of *Salmonella* serovars among the animals and their zoonotic characters are important risk factors in terms of human and animal health. *Salmonella* species can affect many mammalians, including deer (Sato et al., 1999).

The number of studies conducted for the presence of *Salmonella* species in deer is quite limited throughout the world. Renter et al. (2006) isolated *Salmonella* serovars in five of 500 fecal samples (*S. Lithfield*, *S. Dessau*, *S. Infantis* and *S. Enteritidis*) and Sato et al. (1999) isolated *S. Typhimurium* from the internal organs of 7 deer that died in a park with 30 deer in total. While Henderson and Hemmingsen (1983) did not isolate *Salmonella* spp. from 3810 deer feces collected from farms, Lillehaug et al. (2005) did not isolate *Salmonella* spp. from 618 deer feces. The limited number of studies have revealed that isolation of *Salmonella* agents from the deer feces is relatively low (Henderson & Hemmingsen 1983; Sato et al., 1999; Renter et al., 2006). Besides, Sato et al., (1999) highlighted that *S. Typhimurium* may be responsible for the deaths in deer depending on both agent isolation and histopathological findings. The presence of *Salmonella* agents in other members of wildlife is also striking. While Simpson et al. (2018) identified *S. Paratyphi B Java* and *S. Wangata* serovars from wild mammals, birds, and reptiles, Gorski et al. (2011) reported that they detected *S. Give*, *S. Typhimurium*, *S. Montevideo*, *S. Kumasi*, *S. Kentucky*, and *S. Infantis* serovars from wild birds, jackals, deer, wild boars, and skunks. Farias et al. (2014) examined 225 fecal samples of wild animals and isolated *Salmonella enterica* serovars in 56 of them (*S. Typhimurium* (64.3%), *S. Newport* (32.1%), and *S. Heidelberg* (5.3%)). Onbüyük et

al., (2020) examined 180 fecal samples of wild birds and detected *Salmonella* serovars in 16 (8.9%) feces.

In the present study, *Salmonella* spp. was not isolated from the deer feces that were collected from the free ranges of the deer living at Bahçeköy Deer Breeding Farm at Istanbul Belgrad Forest. Other studies, in which *Salmonella* agents were not isolated, reported that deer cannot carry these agents for a long time, which may be associated the absence of gallbladder in deer (Henderson & Hemmingsen 1983). A study conducted in 2010 reported that *Salmonella* agents can be carried and colonized through the gallbladder tissue and gallstones, which supports these hypotheses (Crawford et al., 2010). Another study was stated that direct PCR from feces, in addition to bacteriological culture study, may be effective in increasing the chance of identification (Renter et al., 2006).

The number of deer, which has decreased due to overhunting and the destruction of their habitats, has been increased by the studies carried out in deer breeding centers established in various regions of Turkey. Increasing the number of deer may pose a risk in terms of both human health and domestic animal health and also food hygiene. Factors increasing the contact of humans with wildlife, such as the expansion of urban borders and the destruction of forest areas, can affect the spread of infectious agents and the epidemiology of zoonotic agents (Dos Santos et al., 2020). Although there is no direct contact with infected animals, various insects, reptiles, and birds may infect humans, domestic animals, and animal food products with *Salmonella* agents (Skov et al., 2008). In addition, hunting activities can also pose a risk to human health (Paulsen et al., 2012). It is thought that the presence of *Salmonella* serovars in wildlife may be responsible for the infected domestic animal herds and human activities (Sato et al., 1999; Scallan et al., 2011). When the *Salmonella* cycle between wildlife, humans, and domestic animals is examined, it is thought that wildlife may have an important role as a transmission vector for salmonellosis seen in humans. These transmission pathways include direct contact of wildlife with humans, relation with farm animals as a vector of accumulation and contamination, and contamination of food and food production units. Free-range of farm animals and free land conditions, which are one of the requirements of organic agriculture, increase the contact of farm animals and wildlife as a part of this cycle. Bi-directional contamination seen as a result of this contact causes the spreading of *Salmonella* agents. In addition, it is thought that the wild animals that carry the agent to the water resources such as irrigation ponds, canals, and dams may have a direct or indirect role in the contamination cycle of *Salmonella* agents (Henderson & Hemmingsen 1983; Hilbert et al., 2012; Dos Santos et al., 2020).

The study conducted by Carillo-Del Valle et al at the wild animal breeding center in Mexico (2016) reported some pathogenic *Escherichia coli* serotypes in the feces of red deer. Interestingly these strains were similar to human strains detected in Mexican people, suggesting wildlife may cause a potential health risk for domestic animals and public health.

Considering the factors such as the limited number of studies on bacterial diseases of deer in Turkey, growing of animal population, increasing wildlife and human interaction, it will be beneficial to conduct studies on both *Salmonella* agents and all the bacterial agents in terms of wildlife and public health.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University-Cerrahpasa. Project number: TDK-2019-33776. Essential permission for collecting deer feces samples were obtained from the General Directorate of Nature Conservation and National Parks (06.03.2019).

REFERENCES

- Albufera, U., Bhugaloo-Vial, P., Issack, M.I. & Jaufferally-Fakim, Y. (2009). Molecular characterization of *Salmonella* isolates by REP-PCR and RAPD analysis. *Infection, Genetics and Evolution*, *9*(3), 322-327.
- Ayanegui-Alcerreca, M.A., Wilson, P.R., Mackintosh, C.G., Collins-Emerson, J.M., Heuer, C., Midwinter, A.C. & Castillo-Alcala, F. (2007). Leptospirosis in farmed deer in New Zealand: a review. *New Zealand Veterinary Journal*, *55*(3), 102-108.
- Botti, V., Navillod, F.V., Domenis, L., Orusa, R., Pepe, E., Robetto, S. & Guidetti, C. (2013). *Salmonella* spp. and antibiotic-resistant strains in wild mammals and birds in north-western Italy from 2002 to 2010. *Veterinaria Italiana*, *49*(2), 195-202.
- Carrillo-Del Valle, M.D., De la Garza-García, J. A. E. Díaz-Aparicio, A.G., Valdivia-Flores, Cisneros-Guzmán, L.F., Rosario, C., Manjarrez-Hernández, Á.H., Navarro, A., Xicohtencatl-Cortes, J., Maravilla, P. & Hernández-Castro, R. (2016). Characterization of *Escherichia coli* strains from red deer (*Cervus elaphus*) faeces in a Mexican protected natural area. *European Journal of Wildlife Research*, *62*, 415-421.
- Carroll, D., Wang, J., Fanning, S. & McMahon, B.J. (2015). Antimicrobial resistance in wildlife: implications for public health. *Zoonoses and Public Health*, *62*(7), 534-542.
- Crawford, R.W., Rosales-Reyes, R., de la Luz Ramírez-Aguilar, M., Chapa-Azuela, O., Alpuche-Aranda, C. & Gunn, J.S. (2010). Gallstones play a significant role in *Salmonella* spp. gallbladder colonization and carriage. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(9), 4353-4358.
- Çakın, M., Başaran Kahraman, B., Diren Sığırçı, B. & Bağcıgil, A. (2020). Distribution of *Salmonella* serovars and characterization of isolates in cattle feces and environmental samples. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *67*(3), 215-220.
- Dos Santos, E.J.E., Azevedo, R.P., Lopes, A.T.S., Rocha, J.M., Albuquerque, G.R., Wenceslau, A.A. & Maciel, B.M. (2020). *Salmonella* spp. in Wild Free-Living Birds from Atlantic Forest Fragments in Southern Bahia, Brazil. *BioMed Research International*, *2020*(1), 1-7.
- Farias, L.F.P., Oliveira, C.J.B., Medardus, J.J., Molla, B.Z., Wolfe, B.A. & Gebreyes, W.A. (2015). Phenotypic and Genotypic Characterization of *Salmonella enterica* in Captive Wildlife and Exotic Animal Species in Ohio, USA. *Zoonoses Public Health*, *62*, 438-444.
- French, E., Rodriguez-Palacios, A. & LeJeune, J.T. (2010). Enteric bacterial pathogens with zoonotic potential isolated from farm-raised deer. *Foodborne Pathogens and Disease*, *7*(9), 1031-1037.
- Gorski, L., Parker, C.T., Liang, A., Cooley, M.B., Jay-Russell, M.T., Gordus, A.G., Atwill, E.R. & Mandrell, R.E. (2011). Prevalence, distribution, and diversity of *Salmonella enterica* in a major produce region of California. *Applied and Environmental Microbiology*, *77*(8), 2734-2748.
- Henderson, T.G. & Hemmingsen, P. (1983). Faecal survey of deer for *Yersinia pseudotuberculosis* and *Salmonella* sp. *New Zealand Veterinary Journal*, *31*(12), 225-226.
- Hilbert, F., Smulders, F.J.M., Chopra-Dewasthaly, R. & Paulsen, P. (2012). *Salmonella* in the wildlife-human interface. *Food Research International*, *45*(2), 603-608.
- Integrated Taxonomic Information System—Report (2012) https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=180694 (Date of access: November 5, 2021).
- Iovine, R.D.O., Dejuste, C., Miranda, F., Filoni, C., Bueno, M.G. & Carvalho, V.M.D. (2015). Isolation of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. from free-ranging wild animals. *Brazilian Journal of Microbiology*, *46*(4), 1257-1263.
- Jijón, S., Wetzel, A. & LeJeune, J. (2007). *Salmonella enterica* isolated from wildlife at two Ohio rehabilitation centers. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, *38*(3), 409-413.
- Lillehaug, A., Bergsjø, B., Schau, J., Bruheim, T., Vikøren, T. & Handeland, K. (2005). *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp.,

- verocytotoxic *Escherichia coli*, and antibiotic resistance in indicator organisms in wild cervids. *Acta Veterinaria Scandinavica*, **46**(1), 23.
- Mackintosh, C., Haigh, J.C. & Griffin, F. (2002).** Bacterial diseases of farmed deer and bison. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, **21**(2), 219-248.
- Oğurlu, İ. (1988).** İşletme ormanlarında yaban hayatı habitatlarının düzenlenmesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, **38**(2), 120-135.
- Onbüyük, M.A. & Keskin, O. (2020).** Yabani kanatlılarda *Salmonella* spp. izolasyonu ve serotiplendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **13**(2), 125-129.
- Paulsen, P., Smulders, F.J.M. & Hilbert, F. (2012).** *Salmonella* in meat from hunted game: A Central European Perspective. *Food Research International*, **45**(2), 609-616.
- Popoff, M.Y. & Le Minor, L.E. (2015).** *Salmonella*. *Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria*, 1-1.
- Rahn, K., De Grandis, S.A., Clarke, R.C., McEwen, S.A., Galan, J.E., Ginocchio, C. & Gyles, C.L. (1992).** Amplification of an *invA* gene sequence of *Salmonella* Typhimurium by polymerase chain reaction as a specific method of detection of *Salmonella*. *Molecular and Cellular Probes*, **6**(4), 271-279.
- Renter, D.G., Gnad, D.P., Sargeant, J.M. & Hygnstrom, S.E. (2006).** Prevalence and serovars of *Salmonella* in the feces of free-ranging white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Nebraska. *Journal of Wildlife Diseases*, **42**(3), 699-703.
- Rubini, S., Ravaioli, C., Previato, S., D'Incau, M., Tassinari, M., Guidi, E. & Bergamini, M. (2016).** Prevalence of *Salmonella* strains in wild animals from a highly populated area of north-eastern Italy. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanita*, **52**(2), 277-280.
- Sanchez, S., Hofacre, C.L., Lee, M.D., Maurer, J.J. & Doyle, M.P. (2002).** Animal sources of salmonellosis in humans. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, **221**(4), 492-497.
- Sato, Y., Kobayashi, C., Ichikawa, K., Kuwamoto, Y., Matsuura, S., & Koyama, T. (1999).** An occurrence of *Salmonella* Typhimurium infection in sika deer (*Cervus nippon*). *Journal of Veterinary Medical Science*, **62**(3), 313-315.
- Scallan, E., Hoekstra, R.M., Angulo, F.J., Tauxe, R.V., Widdowson, M.A., Roy, S.L. & Griffin, P.M. (2011).** Foodborne illness acquired in the United States-major pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, **17**(1), 7.
- Sieber, V., Robert, N., Schybli, M., Sager, H., Miserez, R., Engels, M. & Ryser-Degiorgis, M.P. (2010).** Causes of mortality and diseases in farmed deer in Switzerland. *Veterinary Medicine International*, **2010**, **8**, 781-789.
- Simpson, K.M.J., Hill-Cawthorne, G.A., Ward, M.P. & Mor, S.M. (2018).** Diversity of *Salmonella* serotypes from humans, food, domestic animals and wildlife in New South Wales, Australia. *BMC Infectious Diseases*, **18**(1), 1-11.
- Skov, M.N., Madsen, J.J., Rahbek, C., Lodal, J., Jespersen, J.B., Jørgensen, J.C. & Baggesen, D.L. (2008).** Transmission of *Salmonella* between wildlife and meat-production animals in Denmark. *Journal of Applied Microbiology*, **105**(5), 1558-1568.
- WHO (2010).** Laboratory protocol: Isolation of *Salmonella* spp. from food and animal faeces. http://antimicrobialresistance.dk/CustomerData/Files/Folders/6-pdf-protocols/63_18-05-isolation-of-salm-220610.pdf (Date of access: November 10, 2021).



In Vitro Biological Activities of *Ranunculus gracilis* Clarke Rhizome

Elif ÇİL^{1*} Ceren BÖRÇEK KASURKA² Melek ÇOL AYVAZ³

¹Ordu University, Department of Math and Science, Faculty of Education, Ordu, Turkey

²Ordu University, Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Art&Science, Ordu, Turkey

³Ordu University, Department of Chemistry Faculty of Art&Science, Ordu, Turkey,

Geliş/Received: 19 .11. 2021

Kabul/Accepted: 21 .02. 2022

Yayın/Published: 30 .06. 2022

How to cite: ÇİL, E., Börçek Kasurka, C. & Çol Ayvaz M. (2022). In Vitro Biological Activities of *Ranunculus gracilis* Clarke Rhizome. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 115-121.

Atf yapmak için: ÇİL, E., Börçek Kasurka, C. & Çol Ayvaz M. (2022). *Ranunculus gracilis* Clarke Rizomunun in Vitro Biyolojik Aktiviteleri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 115-121.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-1420-8729>

ID: <https://orcid.org/0000-0002-5772-9463>

ID: <https://orcid.org/0000-0001-5155-5784>

***Corresponding author:**

Elif ÇİL

Ordu University, Department of Math and Science, Faculty of Education, Ordu, Turkey

✉: elifcil@odu.edu.tr

***Sorumlu yazar:**

Elif ÇİL

Ordu Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü, Eğitim Fakültesi, Ordu, Türkiye

✉: elifcil@odu.edu.tr

Abstract: *Ranunculus gracilis* rhizomes were picked from Yenice Forests Karabük province in Turkey. Ethanol was chosen for extraction solvent. Disc diffusion method including filamentous and non-filamentous Gram-positive bacteria, Gram-negative bacteria, and yeast strains was used to evaluate the antimicrobial activity of the extract. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity and ferric reducing antioxidant power analysis were performed to determine antioxidant activity. The Folin-Ciocalteu method for determining the total phenolic amount and the AlCl₃ method for the total flavonoid content of the extract was chosen. Mean diameters of inhibition zones (IZD) of the bacteria were found in the range of 8.2 mm to 24.45 mm. This value was measured as 17.82 mm and 18.69 mm for yeasts. The total antioxidant activity value of the extract was calculated as 7.08 mg AAE/g extract. The IC₅₀ value was found as 9.097 mg/mL for DPPH free radical scavenging activity. The FRAP value indicated that the reducing power of 1 gram of sample was equivalent to 4.66 µmol of Trolox. The total phenolic content of ethanol extract of *R. gracilis* rhizomes was determined as 0.414 mg GAE/g, while the flavonoid content was calculated as 0.68 mgQE/g. This study is the first report demonstrating the biological activities of *R. gracilis* in the literature. The analyzed ethanolic extract of *R. gracilis* rhizomes demonstrated that the biological activity level could be considered significant according to the obtained results.

Keywords: Antibacterial effect, antifungal activity, antioxidant, pathogenic actinomycetes.

Ranunculus gracilis Clarke Rhizomunun In Vitro Biyolojik Aktiviteleri

Öz: *Ranunculus gracilis* rizomları Türkiye'nin Karabük ili Yenice Ormanlarından toplanmıştır. Ekstraksiyon çözücüsü olarak etanol seçilmiştir. Ekstraktın antimikrobiyal aktivitesinin değerlendirilmesinde filamentli ve filamentli olmayan Gram-pozitif bakteriler, Gram-negatif bakteriler ve maya suşlarını içeren disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Antioksidan aktiviteyi belirlemek için 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) serbest radikal temizleme aktivitesi ve ferrik indirgeyici antioksidan güç analizi yapılmıştır. Toplam fenolik miktarı belirlemek için Folin-Ciocalteu yöntemi ve ekstraktın toplam flavonoid içeriği için AlCl₃ yöntemi seçilmiştir. Bakterilerin ortalama inhibisyon zonları (IZD) çapları 8.2 mm ile 24.45 mm arasında bulunmuştur. Bu değer mayalar için 17.82 mm ve 18.69 mm olarak ölçülmüştür. Ekstraktın toplam antioksidan aktivite değeri 7.08 mg AAE/g ekstrakt olarak hesaplanmıştır. DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi için IC₅₀ değeri 9.097 mg/mL olarak bulunmuştur. FRAP değeri, 1 gram numunenin indirgeme gücünün 4.66 µmol Trolox'a eşdeğer olduğunu göstermiştir. *R. gracilis* rizomlarının etanol ekstraktının toplam fenolik içeriği 0.414 mg GAE/g, flavonoid içeriği ise 0.68 mgQE/g olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma, literatürde *R. gracilis*'in biyolojik aktivitelerini gösteren ilk rapordur. Elde edilen sonuçlara göre, *R. gracilis* rizomlarının analiz edilen etanolik özü, biyolojik aktivite seviyesinin önemli olarak kabul edilebileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Antibakteriyal etki, antifungal aktivite, antioksidan, patojenik aktinomisetler.

INTRODUCTION

For human diseases, medicinal plants have been used for centuries because of their components which have therapeutic value. At the same time, the potential of the chemicals obtained from these plants in the research of new drug discovery cannot be ignored (Nostro et al., 2000). Thanks to its flower diversity, our country has a positive potential in medicinal plant research (Ceylan et al., 2019; Kasapoğlu et al., 2020; Ozturk et al., 2018).

Turkey is one of the leading countries on trade in medicinal and aromatic plants, whereby geographic location, climatic characteristics, plant diversity, agricultural potential and large surface area (Pakdemirli et al., 2021). Due to Turkey's climatic and ecological features, many medicinal and aromatic plants can be collected from nature or cultivated in agricultural areas (Türkiş 2018, Wang et al., 2020). Besides, plant extracts in the food, pharmacology, and cosmetics fields are becoming more common. This increasing demand shows that it is crucial to investigate medicinal plants systematically (Wang et al., 2020).

Ranunculaceae are distributed throughout the northern hemisphere and temperate regions in the southern. In Turkey, this family comprises twenty genera, and eighty-four species and twenty-eight subspecies represent the genera of *Ranunculus*. Twenty-two of them are endemic (Güner et al., 2012). *R. gracilis* Clarke is not an endemic species. The plant naturally spreads in the Balkans and Turkey. It is seen on slopes, scrubs, and fields. Its local name in Turkey is narin yağ çiçeği.

It is reported that some *Ranunculus* species have been used for their health benefits. This family has been used to treat rubefacient, antirheumatic, cough and asthma, urinary infections, intermittent fever commonly (Nazir et al., 2013; Raziq et al., 2020). For instance, in Kazakhstan, *R. grandifolius* is used to treat tuberculosis, and in Jordan, *R. asiaticus* is used in rheumatic treatments (Ryabushkina et al., 2008). Also, it is published that In Umbria, Italy, *R. ficaria*'s rhizome, young leaves, and flower parts are used in teeth and mouth cleaning (Ranfa & Bodesmo, 2017). In Turkey, young leaves and tubers of *R. ficaria* L. subsp. *calthifolius* is consumed as food (Elmas et al., 2017). *R. arvensis* is used as a folk remedy for arthritis, asthma, high fever, gout, and psoriasis in the Far East (Akbulut et al., 2011).

It is known that natural products obtained from medicinal plants are chemically balanced and effective. Compared to synthetic drugs, it is considered to have the most negligible side effects and the least harmful (Bhatti et al., 2015). Due to different environmental conditions, the active substances produced by plants may vary in content and density (Vita et al., 2018). Free radicals can cause some health problems. By completely blocking or reducing the

formation of free radicals, antioxidants protect people from their harmful effects and help prevent the development of a wide variety of diseases (Bhatti et al., 2015).

The rhizome is the plant organ where concentrated active ingredients such as macro-micro and essential components are stored (Jabborova et al., 2021; Parzych et al., 2015). On the other hand, these parts can be poisonous. Although the poison is neutralized chiefly by heat treatment, these plants should be used as food and medicine with extreme caution (Elmas et al., 2017).

Our literature review found that species highly related to *R. gracilis* were reported to be used as food and medicine. But studies on *R. gracilis* have remained untouched. In the literature survey, there is neither antimicrobial susceptibility nor antioxidant activity investigation for this plant. Therefore, in this study, the antioxidant and antimicrobial activities of the ethanolic extract of the rhizome part of the *R. gracilis* plant were tried to be determined for the first time.

MATERIAL AND METHOD

Material: *R. gracilis* rhizomes were picked from Yenice Forests Karabük province in Turkey during 2014-2016 (Figure 1). Collected samples were pressed in the field, and the species identification was made by Sevda TÜRKİŞ, using Davis et al., (1988)'s book named "Flora of Turkey and The East Aegean Islands Vol. 10". The voucher specimen was deposited at the herbarium of Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey (OMUB Herbarium No:8847).



Figure 1. (a) The photo of *R. gracilis* was taken by Sevda TÜRKİŞ (b) The location of Yenice Forest. Ethanolic extract of *R. gracilis* was prepared according to the modified methods of Wandscheer et al., (2004) (Çil et al., 2021).

Preparation of extracts: Whole plant parts were cleared of soil residues and dried at room temperature for 2 weeks. In the study, it was preferred to use ethanol as a solvent due to its non-toxicity. The powdered plant material was percolated using 95% ethanol in the ratio of 1:10 (w/v) at room temperature for one night and supernatant was collected. This process was repeated for 3 days, and the supernatant was collected in a separate bottle. Then the whole ethanolic extract was filtered through 125 mm quantitative filter paper discs. The solvent was evaporated

by rotary evaporator under reduced pressure and temperature (30°C). The crude extracts were stored at -20°C until used.

Antimicrobial activity: Since the rhizome part of the *R. gracilis* plant remains underground, we chose to use the pathogenic microorganisms to be used in the study predicting that the extract obtained from the rhizome part may have an effect on soil-borne opportunistic pathogenic organisms. In the study, we studied with actinomycetes, which are opportunistic pathogens found in soil. In addition, Gram-positive and Gram-negative hospital pathogens, which are frequently encountered in the literature, were used.

The selected microorganisms and their culture collection numbers are listed in Table 1. The fresh culture of each microorganism was transferred to sterile test tubes containing Brain-Heart Infusion (BHI) broth under aseptic conditions. The bacterial and fungal density in the tube was adjusted to 0.5 and 1 McFarland respectively, using McFarland Densitometry. Six mm diameter sterile blank discs (Oxoid) were placed on agar to load 50 µl of extract solution. Antimicrobial activity tests were performed with the disc diffusion method according to the M100 (2021), M02 (2018), M60 (2020) Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) procedures.

Table 1. List of microorganisms used in the study.

Microorganism	Culture Collection Number
<i>Bacillus subtilis</i> [*]	NRRL B-209 ^T
<i>Candida albicans</i> [†]	DSM 1386 ^T
<i>Escherichia coli</i> ^{**}	ATCC®25922 ^T
<i>Enterococcus faecalis</i> [*]	ATCC®19433 ^T
<i>Micrococcus luteus</i> [§]	NRRL B-1018 ^T
<i>Nocardia abscessus</i> [§]	DSM 44432 ^T
<i>Nocardia cyriacigeorgica</i> [§]	DSMZ 44484 ^T
<i>Proteus vulgaris</i> ^{**}	NRRL B-123 ^T
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ^{††}	ATCC®9763 ^T
<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> ^{**}	ATCC®43971 ^T
<i>Staphylococcus aureus</i> [*]	ATCC®6538 ^T
<i>Streptomyces murinus</i> [§]	ISP 5091 ^T

^{*}Non-filamentous Gram-positive bacteria [§]Filamentous Gram-positive bacteria

^{**} Gram-negative bacteria [†]Yeast

A digital caliper measured inhibition zone diameters of different microorganisms to estimate the potency of antimicrobial activity after incubation at 37°C for 24-48 h. The study was conducted in three replicates. The obtained results were the mean of three measurements.

Total phenolic content: The total phenolic content of the rhizome extract was determined using Folin-Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1965). In this method, it is essential to spectrophotometrically measure the intensity of the blue color of the complex formed by reducing the phenolic content in the extract to the phosphomolybdic-phosphotungstic component contained in the Folin-Ciocalteu reagent. Using the standard calibration curve prepared with gallic acid, the total phenolic content was

determined in terms of gallic acid (GA) equivalent (mg GAE/g extract).

The flavonoid content: The flavonoid content of the extract was determined according to the method used by Arvouet-Grand et al., (1994). According to this method, 1 mL of 2% AlCl₃ solution prepared in methanol is mixed with the same volume of extract or various concentrations of quercetin. After 10 minutes, absorbances were measured at 415 nm against the prepared blank, and the total flavonoid content of the sample was calculated as quercetin equivalent (mg QE/g extract).

Total antioxidant capacity: The total antioxidant capacity of the prepared sample was determined spectrophotometrically at 695 nm using the phosphomolybdenum method, which is based on the reduction of Mo(VI) to Mo(V) by the studied extract used, resulting in the formation of green-colored phosphate/Mo(V) compound (Prieto et al., 1999). Total antioxidant activity was expressed as ascorbic acid equivalent (mgAAE/g extract).

DPPH free radical-scavenging activity: The rhizome sample's DPPH free radical scavenging efficiency was determined according to the method used by Sánchez-Moreno et al., 1998. For this purpose, different amounts of the extract were combined with the DPPH solution prepared in methanol, and at the end of 30 minutes, absorbances of each tube content nm against methanol were recorded at 517. The scavenging activity (%) values calculated using the following equation for each extract concentration were plotted against the concentration. The SC50 value (the extract concentration that scavenges 50% of the free radicals in the environment) was determined from the graph.

$$\text{Scavenging Activity (\%)} = \frac{(\text{ABS}_{\text{blank}} - \text{ABS}_{\text{sample}})}{\text{ABS}_{\text{blank}}} \times 100$$

Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP): The FRAP method, based on the principle of reducing of a ferric 2,4,6-tripyridyl-s-triazine complex (Fe³⁺-TPTZ) to its ferrous coloured form (Fe²⁺-TPTZ) in the presence of antioxidants, was performed by applying the method previously described by Slinkard and Singleton (1977). The FRAP reagent used for the test containing 2.5 mL of a 10 mM TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) solution in 40mM HCl, 2.5 mL of 20 mM FeCl₃ and 25 mL of 0.3 M pH 3.6 acetate buffer is prepared daily and kept in the dark at 37° C. Sufficient amount of extract was combined with FRAP reagent and after 30 minutes incubation at 37°C, all tube contents were recorded at 593 nm, including trolox standards of different concentrations exposed to the same conditions. A calibration curve was drawn with the absorbance values were compared with different concentrations of trolox, and the FRAP value of the sample was calculated as trolox equivalent (µmol TXE/g extract), using the straight-line equation of the curve.

Statistical analyses: Statistical Package for the Social Science Predictive Analytics SoftWare Statistics (SPSS) version 26 was used for statistical analyses in this study. First, the normality of the data was checked. Then it was checked whether the data were homogeneously distributed, and the analysis of variance was started. The results were evaluated in the confidence limit of 0.05.

RESULTS

Antimicrobial activity: This study investigated the antimicrobial effect of *R. gracilis* rhizome were tested on filamentous Gram-positive, non-filamentous Gram-positive, and Gram-negative bacteria and yeast strains. The results obtained using the disk diffusion method, which is the oldest and most popular antimicrobial activity method, are given in Table 2 in alphabetical order.

Table 2. Antimicrobial activities of *R. gracilis* ethanolic extract based on inhibition zone diameters (IZD).

Tested Microorganisms	Microorganism groups※	IZD (mm)	Sf300*	Nystatin (0.5 mg/mL)
<i>B. subtilis</i>	NFG+	20.58±0.9 ^{bc}	33.98±0.5	NIZ
<i>C. albicans</i>	Y	17.82±0.3 ^{def}	NIZ	32.89±0.2
<i>E. coli</i>	G-	19.98±0.9 ^{bc}	36.42±0.6	NIZ
<i>E. faecalis</i>	NFG+	8.2±0.1 ^g	34.56±0.5	NIZ
<i>M. luteus</i>	NFG+	24.45±0.6 ^a	40.99±0.2	NIZ
<i>N. abscessus</i>	FG+	16.7±0.2 ^{ef}	32.30±0.9	NIZ
<i>N. cyriacigeorgica</i>	FG+	20.23±0.07 ^{bc}	31.40±0.7	NIZ
<i>P. vulgaris</i>	G-	21.8±0.5 ^b	30.90±0.2	NIZ
<i>S. cerevisiae</i>	Y	18.69±0.3 ^{cde}	NIZ	30.25±0.5
<i>S. enterica</i> subsp. <i>enterica</i>	G-	19.31±0.5 ^{dc}	24.05±0.2	NIZ
<i>S. aureus</i>	NFG+	16.27±0.7 ^f	29.89±0.3	NIZ
<i>S. murinus</i>	FG+	19.48±0.03 ^{dc}	31.95±0.5	NIZ

*Oxid Sulfafurazole Antimicrobial Susceptibility Disks 300µg NIZ: No inhibition zone. ※NFG+: non-filamentous Gram-positive FG+: filamentous Gram-positive G-: Gram-negative Y: Yeast

Normality and homogeneity of the data were checked with Shapiro-Wilk and Levene statistics, respectively. Since the significant value (p) for both tests was greater than 0.05, it was concluded that the data were both normally and homogeneously distributed, and parametric analyzes were started. A One-Way analysis of variance (ANOVA) was used to determine whether there was a statistically significant difference between the groups due to the antimicrobial activity test. According to the results above, at least two microorganism groups were statistically different from each other. The highest inhibition zone diameter value was calculated for *M. luteus* and the lowest one was *E. faecalis* and also *P. vulgaris* and *S. aureus* inhibition zone diameter values were differed statistically significantly from the others $F(11, 24)=91.403$; $p<0.05$ (Figure 2). When the antimicrobial activity results were examined, it was seen that Gram-negative and filamentous Gram-positive bacteria were more sensitive than Gram-positive non-filamentous microorganisms $F(3, 32)=5.385$; $p=0.004$.

Total Phenolic and Flavonoid Contents: Total phenolic amount of the rhizome part of the *R. gracilis* Clarke ethanol extract was calculated as 0.414 mg GAE/g extract according to Folin-Ciocalteu method. The total flavonoid content of the same extract was recorded as equivalent to 0.68 mg quercetin used as standard for 1 g of the extract.

Total Antioxidant Activity: The antioxidant activity of the plant extract, whose phenolic and flavonoid content was revealed, was first evaluated by the

phosphomolybdenum method. This method is quite suitable for estimating the antioxidant activity of crude extracts on a total basis. The result was expressed in comparison with the widely used standard antioxidant ascorbic acid and calculated value was 7.08 mg AAE/g extract.

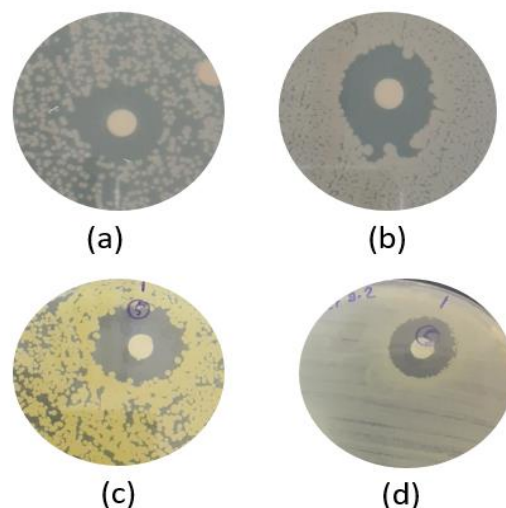


Figure 2. Antimicrobial activity of ethanolic extract of *R. gracilis* rhizome photos was taken by Elif ÇİL. (a) *C. albicans* (b) *S. enterica* subsp. *enterica* (c) *M. luteus* (d) *S. aureus*

Antioxidant Activities: Apart from total antioxidant capacity assay, antioxidant activity methods support each other were also carried out. Antioxidant activities correlate the antioxidant power of the tested substance with its ability to transfer electrons. Firstly, the

effect of saving the tested sample from being a radical form by presenting an electron atom to the DPPH radical in the medium was tested. The result was calculated with the SC₅₀ value, that is, the concentration of the extract that scavenges half of the radical in the medium. SC₅₀ value was obtained as 9.097 mg/mL. The iron ion reducing power, namely FRAP value, known as trolox equivalent and a widely known antioxidant, was also calculated as 4.66 µmol TXE/g extract.

Table 3. Total phenolic and flavonoid contents and antioxidant screening of *R. gracilis* rhizomes.

Assays	Measurement Unit	Values
Total phenolic content	(mg GAE/g extract)	0.414
Total flavonoid content	(mg QE/g extract)	0.68
Total antioxidant activity	(mg AAE/g)	7.08
DPPH	(IC ₅₀ ;mg/mL)	9.097
FRAP	(µmol of TXE/g extract)	4.66

DISCUSSION AND CONCLUSION

Although there are some *Ranunculus* species that have been used in Asian traditional medicines, there have been no reports about *R. gracilis* yet. This study is the first report of in vitro biological activity of *R. gracilis* rhizomes in the literature. So, antimicrobial activity and antioxidant assay methods were combined to evaluate the biological activities of the rhizome.

Antibacterial and antifungal activity are two important steps to screen antimicrobial activity. When many studies investigating the antimicrobial activity of an extract in the literature are examined, it has been found that researchers prefer to use only Gram-positive and Gram-negative bacteria such as *S. aureus* and *E. coli* which are frequently encountered in hospitals (Aladesanmi et al., 2019; Masood et al., 2020; Önalın et al 2021; Mulat et al., 2022). There is a need for the discovery of new antimicrobial agents for some filamentous bacteria such as *Nocardia*, which are known as opportunistic pathogens that can cause nosocomial infections in hospitals. In addition to being the first study reported in the literature, the other unique aspect of the study is that it also includes opportunistic pathogens of filamentous actinomycete strains.

In their study conducted in 2018, Atcı and Karagöz compared the antimicrobial activities of *R. sericeus* extracts with methanol and acetone. The inhibition zone diameters they obtained were 15 mm for *B. subtilis*, 13 mm (acetone), 12 mm (methanol) for *E. fecealis*, 11 mm (acetone) and 14 mm (methanol) for *S. aureus*. Except for *E. fecealis*, the inhibition zone diameters obtained in that study were smaller than ours (Table 2). When evaluating the results obtained by the disk diffusion method, the inhibition zone diameter of 15 to 19 mm can be considered as medium, and the inhibition zone diameter of 20 mm and

above can be considered as strong antimicrobial activity (CLSI 2018). Therefore, our results can be evaluated on a scale ranging from intermediate to strong, except for *E. fecealis*. It is expected result because the rhizome, which is the main structure to be protected in geophyte plant species, remains under the ground. It would not be surprising that these parts produce antibiotic-like secondary metabolites in order to protect them from pathogenic bacteria and the other living things in the soil.

When the literature is examined, it is seen that (same as antimicrobial activity screening), the phenolic and flavonoid contents and their antioxidant activities of the leaves, roots, and flower parts of different *Ranunculus* species except *R. gracilis* are investigated. Therefore, the present study aimed to biochemically investigate the rhizome part of *R. gracilis*, which is thought to be incomplete in the literature.

As a result of this study, it was figured out that the ethanolic extract prepared from the rhizome of the plant had a phenolic content using the gallic acid equivalent and a flavonoid content as well using the quercetin equivalent. Both the DPPH radical scavenging ability and the trolox equivalent FRAP value were examined in addition to the total antioxidant activity test. The obtained values are moderate when compared with similar studies (Deghima et al., 2020). Deghima et al. (2020) investigated antioxidant activity of different solvent fractions from the roots of *R. macrophyllus* Desf and obtained the best results in the ethyl acetate fraction. Similarly, Bhatti et al. (2015), who made post-extraction examinations in different solvent combinations such as single, double or triple, obtained the highest values for *R. arvensis* in case of methanol extract, and the presented values are quite consistent with the present study.

Among the studies on the total phenolic contents and antioxidant activities of the extracts of the leaf, root, and flower parts of *R. laetus* species prepared with different solvents, the methanol extract of the flower part especially stands out (Masood et al., 2020). Such reports common in the literature have led us to study only alcohol extract. The antimicrobial potential of *R. gracilis* rhizome, combined with the promising antioxidant activity detected, makes it a strong candidate for further research to find future drugs where such activity is required. However, the plant parts seemed to deserve other detailed investigations of their individual biologically active components, which may be an attractive source of nutraceuticals and medicinal additives.

In a study, in which the polyphenol profile and antioxidant activities of four different *Ranunculus* species collected from Romania were examined after two different extraction techniques. It was concluded that both the plant part and the extraction solvent created a significant

difference. Especially, the difference in species significantly caused variability in the antioxidant activity and phenolic content (Neag et al., 2017).

Furthermore, the rhizome part of *R. gracilis* seemed to deserve other detailed investigations of their individual biological active components, which may be an attractive source of nutraceuticals and medicinal additives. On the other hand, The fact that the International Union of Conservation of Nature (IUCN) category of the populations of *R. gracilis* in Turkey has not been determined shows our lack of information about the conservation status of this species. Our study emphasizes the biological activity of the species and thus its importance. Although we have obtained promising antimicrobial activity data from *R. gracilis*, it may not be correct to recommend it for pharmacostatic studies. At this step, the population distribution and conservation status of the species in Turkey are unknown because these plants are the genetic heritage we will leave to our future generations.

Authors' Contributions

All authors performed data collection and analysis, discussed the results, and contributed to the final manuscript.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Assoc. Prof. Dr. Sevda TÜRKİŞ gratefully for their kind assistance and provided invaluable inputs.

Statement of Conflicts of Interest

There is no conflict of interest between the authors.

Statement of Research and Publication Ethics

The authors declare that this study complies with Research and Publication Ethics

REFERENCES

- Akbulut, S., Semur, H., Kose, O., Ozhasenekler, A., Celiktas, M., Basbug, M. & Yagmur, Y. (2011). Phytocontact dermatitis due to *Ranunculus arvensis* mimicking burn injury: report of three cases and literature review. *International Journal of Emergency Medicine*, *4*(1), 7.
- Aladesanmi, A.J., Oriola, A.O., Oguntimehin, S.A., Akinkunmi, E.O., Igbeneghu, O. A., & Obuotor, E. M. (2019). Comparative antimicrobial and antioxidant activities of four medicinal plants. *Ife Journal of Science*, *21*(3), 59-66.
- Arvouet-Grand, A., Vennat, B., Pourrat, A. & Legret, P. (1994). Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. *Journal de Pharmacie de Belgique*, *49*, 462-468.
- Atci, H. & Karagöz, Y. (2018). *Ranunculus sericeus* Banks & Sol. Extract Fractions Possess Antibacterial and Antifungal Activity. *Eastern Anatolian Journal of Science*, *4*(1), 9-15.
- Bhatti, M.Z., Ali, A., Ahmad, A., Saeed, A. & Malik, S.A. (2015). Antioxidant and phytochemical analysis of *Ranunculus arvensis* L. extracts. *BMC Research Notes*, *8*(1), 279.
- Ceylan, S., Cetin, S., Camadan, Y., Saral, O., Ozsen, O. & Tutus, A. (2019). Antibacterial and antioxidant activities of traditional medicinal plants from the Erzurum region of Turkey. *Irish Journal of Medical Science (1971-)*, *188*(4), 1303-1309.
- CLSI. (2018). *Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests*, 13th ed. Clinical and Laboratory standards Institute, Wayne, USA, M02, 92p.
- CLSI. (2020). *Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antifungal susceptibility testing of yeasts*, 2nd ed. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, USA, M60. 30p.
- CLSI. (2021). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*, 31th ed. Clinical and Laboratory standards Institute, Wayne, USA, M100, 352p.
- Çil, E., Türkiş, S., Ayvaz, M.Ç. & Kasurka, C.B. (2021). In vitro biological activity evaluation of ethanolic extract of *Melica uniflora* leaves. *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology-C Life Science and Biotechnology*, *10*(1), 17-26.
- Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 10 (Supplement), Edinburgh University Press.
- Deghima, A., Righi, N., Rosales-Conrado, N., León-González, M.E., Gómez-Mejía, E., Madrid, Y., Baali, F. & Bedjou, F. (2020). Bioactive polyphenols from *Ranunculus macrophyllus* Desf. Roots: Quantification, identification and antioxidant activity. *South African Journal of Botany*, *132*, 204-214.
- Elmas, E., Bani, B. & Türkiş, S. (2017). *Aksaz'ın renkleri Colors from Aksaz, 1 st ed.*, 170-171p, Akademisyen Yayınevi, Ankara, Türkiye.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (edlr.), (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul. <https://bizimbitkiler.org.tr> (10 September 2021).
- Jabborova, D., Sayyed, R. Z., Azimov, A., Jabbarov, Z., Matchanov, A., Enakiev, Y., Baazeem, A., El Sabagh, A., Danish, S. & Datta, R. (2021). Impact of mineral fertilizers on mineral nutrients

- in the ginger rhizome and on soil enzymes activities and soil properties. *Saudi Journal of Biological Sciences*, **28**(9), 5268-5274.
- Kasapoğlu, K.N., Altin, G., Farooqi, A.A., Salehi, B., Özçelik, B., Setzer, W.N. & Sharifi-Rad, J. (2020).** Anti-proliferative, genotoxic and cytotoxic effects of phytochemicals isolated from Anatolian medicinal plants. *Cellular and Molecular Biology*, **66**(4), 145-159.
- Masood, Z., Saleem, F., Ahmad, S., Jamshaid, T., Waheed, I., Azeem, M., Gohar, U.F. & Arsalan, H.M. (2020).** Phytochemical screening and evaluation of antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and dermal irritant activities of *Ranunculus laetus* extracts. *Biologia (Pakistan)*, **66**(1), 01-10.
- Mulat, M., Khan, F., & Pandita, A. (2022).** Chemical composition and antibacterial, anti-biofilm and anti-virulence activities of plant extracts against human pathogenic bacteria. *The Natural Products Journal*, **12**(1), 54-68.
- Nazir, S., Li, B., Tahir, K., Khan, A., Khan, Z.U.H. & Khan, S. (2013).** Antimicrobial activity of five constituents isolated from *Ranunculus muricatus*. *Journal of Medicinal Plants Research*, **7**(47), 3438-3443.
- Neag, T., Claudia-Crina, T., Neli, O. & Aurel, A. (2017).** Polyphenols profile and antioxidant activity of some Romanian *Ranunculus* species. *Studia Ubb Cherna*, **LXII**, **3**, 75-88.
- Nostro, A., Germano, M.P., D'angelo, V., Marino, A. & Cannatelli, M.A. (2000).** Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Letters in Applied Microbiology*, **30**(5), 379-384.
- Ozturk, M., Gökler, İ. & Altay, V. (2018).** Medicinal bryophytes distributed in Turkey. In: Ozturk, M. & Hakeem, K.R. (Ed), *Plant and human health, volume 1, 1st ed.*, 323-348p, Springer, Cham, Switzerland.
- Önalın, F.E.S., Takcı, H.A.M., & Türkmen, F.U. (2021).** *Gundelia tournefortii* Ekstraktlarının AMES/mikrozom Testi ile Antimutajenesinin Belirlenmesi ve Antimikrobiyal Aktivitesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **6**(3), 428-433.
- Pakdemirli, B., Birişik, N. & Akay, M. (2021).** General Overview of Medicinal and Aromatic Plants in Turkey. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **31**(1), 126-135.
- Parzych, A.E., Cymer, M., Jonczak, J. & Szymczyk, S. (2015).** The ability of leaves and rhizomes of aquatic plants to accumulate macro-and micronutrients. *Journal of Ecological Engineering*, **16**(3), 198-205.
- Prieto, P., Pineda, M. & Anguilar, M. (1999).** "Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific application to the determination of Vitamin E". *Analytical Biochemistry*, **269**, 337-341.
- Ranfa, A. & Bodesmo, M. (2017).** An Ethnobotanical investigation of traditional knowledge and uses of edible wild plants in the Umbria Region, Central Italy *Journal of Applied Botany and Food Quality*, **90**, 246-258.
- Raziq, N., Saeed, M., Ali, M. S., Lateef, M., Shahid, M., Akbar, S. & Zafar, S. (2020).** Muriolide, a novel antioxidant lactone from *Ranunculus muricatus*. *Natural product research*, **35**(23), 4994-5000.
- Ryabushkina, N., Gemedjieva, N., Kobaisy, M. & Cantrell, C.L. (2008).** Brief review of Kazakhstan flora and use of its wild species. *Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology*, **2**(2), 64-71.
- Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J.A. & Saura-Calixto, F. (1998).** A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **76**, 270-276.
- Singleton, V.L. & Rossi Jr. J.A. (1965).** Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, **16**, 144-158.
- Slinkard, K. & Singleton, V.L. (1977).** Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic.* **28**, 49-55.
- Türkış, S. (2018).** Vegetation Characteristics Of Eğriova and Kavaklı Forests Yenice Hotspot. In: C. Güngüroğlu (Ed), *Practicability of the EU Natura2000 Concept in the Forested Areas of Turkey, 1 st ed.*, 17-37p, Turkey Foresters' Association (TOD), Ankara, Turkey.
- Vita, F., Franchina, F.A., Taiti, C., Locato, V., Pennazza, G., Santonico, M., Purcaro, G., De Gara, L., Mancuso, S., Mondello, L. & Alpi, A. (2018).** Environmental conditions influence the biochemical properties of the fruiting bodies of *Tuber magnatum* Pico. *Scientific reports*, **8**(1), 1-14.
- Wandscheer, C.B., Duque, J.E., da Silva, M.A., Fukuyama, Y., Wohlke, J.L., Adelman, J. & Fontana, J.D. (2004).** Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*. *Toxicon*, **44**(8), 829-835.
- Wang, W., Xu, J., Fang, H., Li, Z. & Li, M. (2020).** Advances and challenges in medicinal plant breeding. *Plant Science*, **298**, 110573.



Mersin Körfezi'nde Sübye (*Sepia officinalis*, Linné, 1758) Avcılığında Kullanılan Fanyalı Uzatma Ağının Av Kompozisyonu ve Hedef Dışı Av

Adem Sezai BOZAOĞLU^{1*} Mustafa AKKUŞ¹ Ahmet Raif ERYAŞAR²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 65080, Van, Türkiye

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 65080, Van, Türkiye

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 53100, Rize, Türkiye

Geliş Tarihi: 31.01.2022

Kabul Tarihi: 05.05.2022

Basım Tarihi: 30.06.2022

Atf yapmak için: Bozaoğlu, A.S., Akkuş, M. & Eryaşar, A.R. (2022). Mersin Körfezi'nde Sübye (*Sepia officinalis*, Linné, 1758) Avcılığında Kullanılan Fanyalı Uzatma Ağının Av Kompozisyonu ve Hedef Dışı Av. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 122-127.

How to cite: Bozaoğlu, A.S., Akkuş, M. & Eryaşar, A.R. (2022). Catch Composition and By-Catch of Commercial Trammel Nets for Cuttlefish (*Sepia officinalis*, Linné, 1758) in Mersin Bay (north-eastern Mediterranean). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 122-127.

*: <https://orcid.org/0000-0003-4078-5159>
: <https://orcid.org/0000-0002-8900-9495>
: <https://orcid.org/0000-0001-7656-6113>

***Sorumlu yazarın:**

Adem Sezai BOZAOĞLU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri
Fakültesi, 65080, Van, Türkiye
✉: sbozaoglu@hotmail.com

Öz: Bu çalışmada, Mersin Körfezi'nde kullanılan fanyalı sübye uzatma ağlarının av kompozisyonu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 01.11.2019-15.02.2020 tarihleri arasında toplam 15 deniz seferi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda 4 sınıf, 25 familya, 34 türe ait toplam 6084 adet ve 701,14 kg örnek tespit edilmiştir. Av kompozisyonunda 2285 adet ve 522,10 kg birey ile en fazla avlanan türün (%74) Sübye (*Sepia officinalis*) olduğu tespit edilmiştir. Bulgular toplam avın ağırlık olarak %74'ünü hedef tür, %19'unu tesadüfi türler ve %7'sini ise iskarta türlerin oluşturduğu göstermektedir. Adet olarak ise toplam avın %37'sini hedef av, %26'sını tesadüfi av ve %37'sini ise iskarta avın oluşturduğu tespit edilmiştir. Hedef, tesadüfi ve iskarta türlerin birim çabada yakalanan av değerleri sırasıyla ağırlık olarak 0,6961, 0,1776 ve 0,0612 kg/100 m /gün, adet olarak ise 3,047, 2,094 ve 2,970 adet/100 m/gün olarak hesaplanmıştır. Iskarta türler arasında 6 türün Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından hazırlanan kırmızı listeye giren türler olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, tespit edilen bu türlerin yıllar içerisindeki değişiminin sürekli izlenmesi ile sürdürülebilir balıkçılığa nasıl bir katkı sağlayabileceği tartışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Birim çabaya düşen av miktarı, Doğu Akdeniz, iskarta, küçük ölçekli balıkçılık.

Catch Composition and By-Catch of Commercial Trammel Nets for Cuttlefish (*Sepia officinalis*, Linné, 1758) in Mersin Bay (North-Eastern Mediterranean)

Abstract: In this study, 15 sea trials were carried out between 01.11.2019-15.02.2020 in order to determine the catch composition of cuttlefish trammel nets used in Mersin Bay. At the end of the study, a total of 6084 samples with the weight of 701.14 kg belonging to 4 classes, 25 families and 34 species were determined. It was determined that the most caught species (74%) was Cuttlefish (*Sepia officinalis*) with 2285 samples (in total 522.10 kg) in the catch composition. The findings in terms of weight show that 74% of the total catch is target species, 19% is incidental species, and 7% is discarded species. In terms of number, it was determined that 37% of the total catch is target species, 26% is incidental catch, and 37% is the discarded catch. The catch values per unit effort of target, random and discards species in weight was found to be 0.6961, 0.1776 and 0.0612 kg/100 m/day respectively. In terms of number, it was found to be 3.047, 2.094 and 2.970 pieces/100 m/day, respectively. It has been determined that 6 of the discarded species are on the red list prepared by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). Finally, it has been discussed how these species can contribute to sustainable fisheries by constantly monitoring the changes over the years.

***Corresponding author:**

Adem Sezai BOZAOĞLU
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of
Fisheries, 65080, Van, Turkey
✉: sbozaoglu@hotmail.com

Keywords: Catch per unit effort, Eastern Mediterranean, discard, small scale fishery.

GİRİŞ

Uzun yıllardan beri denizlerin aşırı bir şekilde sömürüldüğü bilim adamları tarafından dile getirilmektedir (Armstrong et.al., 1998; Pauly and Zeller 2003; Teixeira, et al., 2020). Akdeniz, değerlendirilen balık stoklarının %90'ından fazlasının aşırı avlandığı, dünyanın en yoğun sömürülen denizlerinden biridir (Lucchetti 2020). Ayrıca Akdeniz Türkiye de balıkçılık açısından av verimi en düşük deniz olmasına rağmen, tür çeşitliliği fazladır (Beğburs & Kebapçioğlu, 2007). Mersin Körfezi ise balıkçılık açısından bölgenin en elverişli sahalarından biridir (Çoker & Akyol, 2014).

Akdeniz'de birçok balık türünün yanında kafadan bacaklılar (Cephalopod) avcılığı da yapılmaktadır. Kafadan bacaklılara ait türler, yüksek besin değerine sahip olmaları ve yüksek ticari değerleri nedeniyle yoğun olarak tüm dünya denizlerinde avlanmaktadır (Erzini vd., 2006; Bilen vd., 2010; Duysak vd., 2013). Sübye (*Sepia officinalis*) Akdeniz'de fanyalı uzatma ağları ile avcılığı yapılan en önemli türlerden biridir (Belcarı vd., 2002; Maynou, vd., 2011; Cilasın vd., 2015; Gil vd., 2018; Duysak & Uğurlu 2020; Tiralongo vd., 2021). 2020 verilerine göre Türkiye'de 960,5 ton sübye avcılığı yapılmakta olup bu miktarın %62'si Akdeniz kıyılarımızdan elde edilmektedir (TÜİK, 2020). Mersin Körfezi 'de bu türün avcılığının yapıldığı önemli yerlerden biridir. Bölgede bu türün avcılığın da kullanılan en önemli av araçlarından biride uzatma ağlarıdır. Burada kullanılan ağlar fanyalı uzatma ağlarıdır. Bu ağlar ile sübye avcılığı Ekim- Kasım aylarında başlar ve Ocak-Şubat aylarına kadar devam eder (Bozaoğlu, 2012).

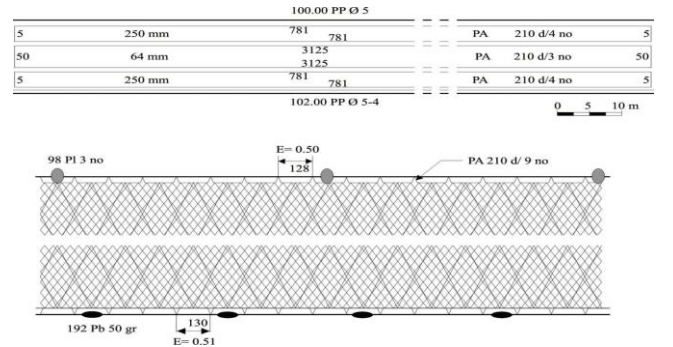
Akdeniz için tür çeşitliliğın fazla olması, avcılık operasyonu sırasında av aracının daha fazla hedef dışı tür ile etkileşime girmesine neden olmaktadır. Akdeniz için küçük ölçekli balıkçılığın neden olduğu ıskarta av üzerine sınırlı çalışma bulunmakla birlikte ıskarta av miktarının kullanılan av aracı ve balıkçılık sahasına göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (FAO, 2018). Bununla birlikte küçük ölçekli balıkçılık için tüm GFCM alt bölgelerinde genel olarak ıskarta av miktarının ağırlıkça %15'in altında olduğu rapor edilmiştir (FAO, 2018).

Sübyenin ortalama 2 yıl gibi çok kısa bir yaşam döngüsü vardır (Bilen vd., 2010). Bu nedenle sürdürülebilir bir balıkçılık politikası izleyerek bu türden maksimum şekilde faydalanılması gerekmektedir. Son yıllarda ıskarta av balıkçılıkta önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Hall ve Mainprize, 2005; Tsagarakis vd., 2014; Roda vd., 2019; Tiralongo vd., 2021). Özellikle ticari türlerle ait yavru bireylerin ve nesli tehlike altındaki türlerin ıskarta olarak çok fazla miktarlarda yakalanması bu türlerin stokları için olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Bu nedenle balıkçılık yönetiminde bütüncül bir yaklaşım için yalnızca hedef türün değil, avcılık operasyonu sırasında yakalanan diğer türlerinde av kompozisyonu içerisindeki durumunun

belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda bu çalışma ile Mersin Körfezi'nde fanyalı uzatma ağı ile yapılan sübye avcılığı için av kompozisyonu belirlenerek, ileride konu ile ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutulması amaçlanmıştır.

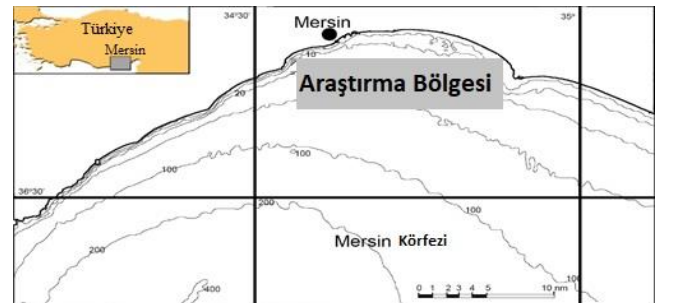
MATERYAL VE METOT

Deniz seferleri üç farklı ticari balıkçı teknesi ile 01.11.2019-15.02.2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Ağlar, boyu 8, 8,5 ve 9 m uzunluğunda olan 75, 105 ve 125 beygir motor gücüne sahip tekneler ile denize atılmıştır. Araştırmada ağ göz açıklığı 64 mm olan 210 d/3 numara ip kalınlığında ve 0,5 donam faktörü ile donatılmış ağlar kullanılmıştır. Kullanılan ağların teknik planı Şekil 1'de verilmiştir. 3 teknede de aynı özelliklere sahip ağlar kullanılmıştır. Operasyonlar sırasında her tekne 50 posta (5000 m) ağ kullanmıştır. Mersin Körfezi Çamlıbel balıkçı barınağı ile Karaduvar balıkçı barınağı arasında kalan bölge av sahası olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Bu bölgede, 7-15 m derinlikler arasında toplam 15 operasyon için veri alınmıştır. Sabah gün doğarken atılan ağlar, denizde 24 saat bekletilmiştir. Ayrıca sübye ağları ile yakalanan avlar araştırmacılar tarafından türlerine ayrılmış ve her tür için adet ve ağırlık verileri kaydedilmiştir. Türlerin tespitinde Ekingen (2004)'ün yayınlamış olduğu tanı anahtarından yararlanılmıştır.



Şekil 1. Sübye uzatma ağının teknik planı.

Figure 1. Technical plan of cuttlefish trammel net.



Şekil 2. Araştırma Bölgesi.

Figure 2. Study Area.

Tür bazında birim çabada yakalanan av miktarı (CPUE) değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. (Godoy vd., 2003).

$$CPUE_i = \frac{c_i}{n_i s_i}$$

Bu formülde; $c_i = i$. ağ grubunun yakaladığı toplam birey sayısı, (ya da ağırlığı),

$n_i = i$. ağ grubundaki ağ sayısı ve

$s_i = i$. ağ grubunun kullanıldığı gün sayısını ifade etmektedir.

Iskarta ve tesadüfi av yüzdeleri ise iskarta veya tesadüfi olarak yakalanan türlerin adet (a) ve ağırlık (b) olarak miktarları toplamının yakalanan toplam av miktarına bölünmesiyle elde edilmiştir. Burada bahsedilen iskarta tanımı, hedef dışı av içerisindeki hayvansal kökenli toplam organik materyalin her hangi bir sebeple denize geri bırakılan ya da atılan kısmı olarak kabul edilmiştir (Kelleher, 2005). Tesadüfi av tanımı ise hedef dışı yakalanıp ticari değeri bulunan ve satışa gönderilen türler için kullanılmıştır.

BULGULAR

Araştırma sonucunda ticari olarak kullanılan fanyalı sübye uzatma ağları ile 4 sınıf, 25 familya, 34 türe ait toplam 6084 adet ve 701,14 kg örnek elde edilmiştir.

Toplam avın türlere göre dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir. Tür bazında adet ve ağırlık olarak en fazla hedef tür olan sübyenin yakalandığı tespit edilmiştir. Yakalanan türlerden toplam 19'unun tesadüfi av olduğu ve satışa gönderildiği, 14'ünün ise iskarta edildiği tespit edilmiştir. Ekonomik değere sahip ve tesadüfi olarak yakalanan türlerden adet ve ağırlık olarak en baskın üç türün, ispinoz (*Pelates quadrilineatus*) çipura (*Sparus aurata*) ve jumbo karides (*Penaeus semisulcatus*) olduğu tespit edilmiştir. Iskarta türler içerisinde adet ve ağırlık olarak en baskın üç türün ise kare yengeç (*Goneplax rhomboides*), terzi yengeç (*Charybdis longicollis*) ve karavida (*Rissoides desmaresti*) olduğu saptanmıştır (Tablo 1).

Bu çalışmada Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından hazırlanan ve kırmızı listede belirtilen 6 türün yakalandığı tespit edilmiştir. Bunlar kemane (*Rhinobatos rhinobatos*) (EN Nesli Tehlikede, dikenli vatoz (*Raja clavata*) (NT Nesli tehdit altına girebilir), folya (*Myliobatis aquila*) (NT Nesli tehdit altına girebilir), eşkina (*Sciaenops ocellatus*) (VU Hassas), minekop (*Umbrina cirrosa*) (VU Hassas) ve lahoz (*Epinephelus aeneus*) (NT Nesli tehdit altına girebilir) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Toplam avın türlere göre dağılımı.

Table 1. Distribution of the total catch by species.

Tür	W±SH	CPUE (W)	%W	N±SH	%N	CPUE(N)
Sübye <i>Sepia officinalis</i> ¹ (Linné, 1758)	522,10±13,82	0,6961	74,46	2285±42,12	37,56	3,047
İspinoz <i>Pelates quadrilineatus</i> ¹ (Bloch, 1790)	44,70±0,48	0,0596	6,38	1004±11,49	16,50	1,339
Çipura <i>Sparus aurata</i> ¹ (Linnaeus, 1758)	23,50±2,38	0,0313	3,35	58±5,76	0,95	0,077
Jumbo karides <i>Penaeus semisulcatus</i> ¹ (de Hann, 1844)	15,50±0,58	0,0207	2,21	217±6,99	3,57	0,289
Terzi yengeç <i>Charybdis longicollis</i> ² (Leene, 1938)	8,60±0,17	0,0115	1,23	468±5,83	7,69	0,624
Sargoz <i>Diplodus sargus</i> ¹ (Linnaeus, 1758)	8,20±0,65	0,0109	1,17	52±3,96	0,85	0,069
Karavida <i>Rissoides desmaresti</i> ² (Risso, 1816)	8,10±0,39	0,0108	1,16	375±9,84	6,16	0,500
Dil <i>Solea solea</i> ¹ (Linnaeus, 1758)	7,90±0,57	0,0105	1,13	55±3,11	0,90	0,073
Lüfer <i>Pomatomus saltatrix</i> ¹ (Linnaeus, 1766)	7,60±1,08	0,0101	1,08	19±2,63	0,31	0,025
Dikenli Vatoz <i>Raja clavata</i> ² (Linnaeus, 1758)	7,50±0,49	0,0100	1,07	16±1,03	0,26	0,021
Minakop <i>Umbrina cirrosa</i> ¹ (Linnaeus, 1758)	6,70±0,66	0,0089	0,96	23±2,29	0,38	0,031
Kum yengeci <i>Portunus pelagicus</i> ² (Linnaeus, 1758)	5,70±0,44	0,0076	0,81	35±2,66	0,58	0,045
Ahtapot <i>Octopus vulgaris</i> ¹ (Cuvier, 1797)	5,00±0,59	0,0067	0,71	5±0,62	0,08	0,007
İzmarit <i>Spicara smaris</i> ² (Linnaeus, 1758)	4,30±0,43	0,0057	0,61	55±5,08	0,90	0,073
Kemane <i>Rhinobatos rhinobatos</i> ² (Linnaeus, 1758)	3,70±0,31	0,0049	0,53	10±0,90	0,16	0,014
Elektrikli Vatoz <i>Torpedo nobiliona</i> ² (Bonaparte, 1835)	3,20±0,37	0,0043	0,46	10±1,12	0,16	0,014
Lahoz <i>Epinephelus aeneus</i> ¹ (Saint-Hilaire, 1817)	2,40±0,34	0,0032	0,34	4±0,59	0,07	0,005
Kare yengeç <i>Goneplax rhomboides</i> ² (Linnaeus, 1758)	2,22±0,04	0,0030	0,32	1210±23,87	19,89	1,613
Folya <i>Myliobatis aquila</i> ² (Linnaeus, 1758)	2,20±0,22	0,0029	0,31	6±0,63	0,10	0,008
Barbunya <i>Mullus barbatus</i> ¹ (Linnaeus, 1758)	2,10±0,18	0,0028	0,30	30±2,33	0,49	0,040
Mavi yengeç <i>Callinectes sapidus</i> ² (Rathbun, 1896)	1,40±0,16	0,0019	0,20	10±1,17	0,16	0,014
Domuz balığı <i>Balistes capricus</i> ¹ (Gmelin, 1789)	1,10±0,16	0,0015	0,16	5±0,72	0,08	0,007
Eşkina <i>Sciaenops ocellatus</i> ¹ (Linnaeus, 1758)	1,10±0,19	0,0015	0,16	3±0,56	0,05	0,004
Balon balığı <i>Lagocephalus spadiceus</i> ² (Richardson, 1845)	1,10±0,14	0,0015	0,16	12±1,57	0,20	0,016
Kırlangıç <i>Chelidonichthys lucerna</i> ¹ (Linnaeus, 1758)	0,90±0,13	0,0012	0,13	11±1,83	0,18	0,015
Kaya yengeci <i>Charybdis hellerii</i> ² (Milne-Edwards, 1867)	0,80±0,07	0,0011	0,11	13±1,46	0,21	0,017
Kalamar <i>Loligo vulgaris</i> ¹ (Lamarck, 1798)	0,75±0,14	0,0010	0,11	3±0,56	0,05	0,004
Tiryaki <i>Uranoscopus scaber</i> ² (Linnaeus, 1758)	0,60±0,11	0,0008	0,09	3±0,56	0,05	0,004
Karabiga <i>Melicertus kerathurus</i> ¹ (Forskål, 1775)	0,50±0,06	0,0006	0,07	14±1,94	0,23	0,019
Trakonya <i>Trachinus radiatus</i> ² (Cuvier, 1829)	0,50±0,09	0,0006	0,07	3±0,56	0,05	0,004
Sarı barbun <i>Upeneus moluccensis</i> ¹ (Bleeker, 1855)	0,40±0,06	0,0005	0,06	7±0,99	0,12	0,009
Tekir <i>Mullus surmuletus</i> ¹ (Linnaeus, 1758)	0,30±0,06	0,0004	0,04	3±0,56	0,05	0,004
Pul balığı <i>Leignathus klunzingeri</i> ² (Steindachner, 1898)	0,27±0,03	0,0004	0,04	57±7,02	0,94	0,076
Ot barbunu <i>Upeneus pori</i> ¹ (Ben-Tuvia & Golani, 1989)	0,20±0,04	0,0004	0,03	3±0,56	0,05	0,004
Toplam	701,14	0,9349	100	6084	100	8,111

N, toplam birey sayısı, %N, toplam av içerisindeki oranı, W, toplam birey ağırlığı, %W, toplam av içerisindeki oranı, CPUE (W), ağırlık olarak birim çabada yakalanan av, CPUE (N), adet olarak birim çabada yakalanan av, SH, standart hata.

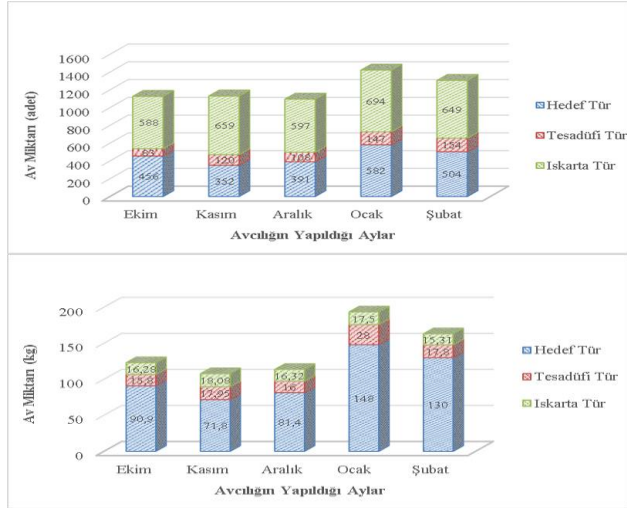
Araştırma sonucunda toplam avın ağırlık olarak %74'ünü hedef av, %19'unu tesadüfi av ve %7'sini ise ıskarta avın oluşturduğu tespit edilmiştir. Toplam avın adet olarak %37'sini hedef av, %26'sını tesadüfi av ve %37'sini ise ıskarta avın oluşturduğu saptanmıştır (Tablo 2). Hedef, tesadüfi, ıskarta ve toplam avın aylara göre miktarları ise Şekil 3' de gösterilmiştir.

Tablo 2. Toplam avın hedef, tesadüfi ve ıskarta türlerine göre dağılımı.

Table 2. Distribution of the total catch by target, bycatch and discard species.

Tür	W±SH	W%	CPUE (W)	N±SH	N%	CPUE (N)
Hedef tür	522,10±13,82	74	0,6961	2285±42,12	37	3,047
Tesadüfi tür	133,15±0,98	19	0,1776	1571±15,33	26	2,094
İskarta tür	45,89±0,32	7	0,0612	2228±22,84	37	2,970
Toplam	701,14±6,31	100	0,9349	6084±31,60	100	8,111

N, toplam birey sayısı, %N, toplam av içerisindeki oranı, W, toplam birey ağırlığı %W toplam av içerisindeki oranı, CPUE (W), ağırlık olarak birim çabada yakalanan av, CPUE (N), adet olarak birim çabada yakalanan av, SH, standart hata.



Şekil 3. Adet ve ağırlık (kg) olarak hedef, tesadüfi ve ıskarta türlerinin av miktarları.

Figure 3. Catch amount of target, bycatch and discard species (in terms of number and weight).

Hedef, tesadüfi ve ıskarta avların hem adet hem de ağırlık olarak birim çabaya düşen av miktarları günlük olarak, (1 posta (100 m) ağda avlanan av miktarı) hesaplanarak Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Adet (adet/100 m/gün) ve ağırlıkça (kg/100 m/gün) günlük olarak birim çabada yakalanan hedef, tesadüfi ve ıskarta av miktarları.

Table 3. The catch amount of catch per unit effort by daily for target, bycatch and discard in number (number/100 m/day) and weight (kg/100 m/day).

Gün	Hedef tür (CPUE) (N)	Tesadüfi tür (CPUE) (N)	İskarta (CPUE) (N)	Hedef tür (CPUE) (W)	Tesadüfi tür (CPUE) (W)	İskarta (CPUE) (W)
1	3,04	0,92	4,42	0,60	0,16	0,12
2	2,40	0,32	3,22	0,49	0,04	0,09
3	3,68	0,42	4,12	0,73	0,10	0,12
4	2,70	0,72	3,88	0,55	0,08	0,13
5	2,88	0,80	4,98	0,58	0,14	0,10
6	1,46	0,84	4,28	0,30	0,13	0,11
7	2,62	0,76	4,38	0,53	0,13	0,14
8	2,96	0,84	3,24	0,61	0,14	0,05
9	2,24	0,56	4,28	0,49	0,05	0,13
10	4,42	1,28	5,18	1,17	0,25	0,16
11	4,58	0,52	3,74	1,20	0,08	0,07
12	2,64	1,18	4,96	0,59	0,23	0,12
13	3,46	0,96	4,60	0,92	0,11	0,11
14	3,98	1,02	3,66	1,13	0,14	0,10
15	2,64	1,02	4,70	0,55	0,11	0,10

N, adet olarak birim çabada yakalanan av miktarı W, ağırlık olarak birim çabada yakalanan av miktarı.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sübye avcılığında kullanılan fanyalı uzatma ağıları Mersin Körfezi'nde kış aylarında yoğun olarak kullanılan önemli bir av aracıdır. Araştırma sonucuna göre sübyenin toplam av içerisindeki oranının %37 olduğu tespit edilmiştir. Ganiyas vd. (2021) Kuzey Ege denizinde yaptığı araştırmada yakaladığı avın %43,2'sinin sübye olduğunu bildirmektedir. Aynı çalışmada, avlanan sübyenin Ocak ayında en yüksek değere ulaşmış, daha sonra Temmuz ayında kademeli olarak minimum değere düştüğünü belirtmiştir. Bu çalışmada ise sübye en fazla Ocak ayında ve sonra Şubat ayında avlanmıştır. Ege denizinde yapılan çalışmada (Ganiyas vd., 2021) Temmuz ayına kadar avcılık devam ederken bu çalışmada Şubat ayından sonra bu bölgede sübye yakalanmadığı için avcılık yapılmamaktadır. Sübye avlanma alanlarının sömürülmesinde mevsimlerin etkileri söz konusu olabilmektedir (Denis ve Robin 2001). Sübye yumurtlamak ve kışlamak için sürekli göç halindedir. Bu nedenle çevresel faktörlerin etkisiyle birlikte sübye avcılığı bölgelere göre mevsimsel farklılık gösterebilmektedir.

Çalışma sonucunda toplam 34 türün yakalandığı tespit edilmiştir. Buna karşın Bozaoğlu, (2012) Mersin Körfezi'nde aynı av aracını kullanarak yaptığı çalışmada 32 adet ıskarta tür tespit etmiştir. Ganiyas vd. (2021) Kuzey Ege denizinde sübye avcılığında kullandığı ağlarda ıskarta edilen türlerin 73'ünün omurgasız, 25'inin balık ve 1'ininde de deniz kuşu türü olduğunu bildirmektedir. Çalışmalar arasında ıskarta edilen tür sayısı ve tür çeşitliliği farklılığının sebebinin av aracı, derinlik, farklı zaman aralıkları ve bölgesel farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmada tesadüfi tür olarak en fazla ispinoz, çipura ve jumbo karides avlanmıştır. Ganiyas vd., (2021) Kuzey Ege denizinde sübye avcılığında kullandığı ağlarda hedef dışı av arasında en yüksek biyokütleyle sahip türler olarak ahtapot, *Octopus vulgaris*, misk ahtapotu, *Eledone moschata* ve eşkina, *Sciaena umbra* balığı avlandığını bildirmişlerdir. Çalışmalarda yakalanan türler arasındaki farklılığının en önemli sebebinin avcılığın farklı bölgelerde gerçekleşmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışmaya benzer olarak Bozaoğlu, (2012) Mersin Körfezi'nde yaptığı çalışmada en baskın ıskarta türün karavida olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada ise kare yengecin en baskın ıskarta tür olduğu tespit edilmiştir. Akdeniz'de balık stokları aşırı avlanmaktadır. Ayrıca Akdeniz dünyanın en yoğun sömürülen denizlerinden biridir (Lucchetti 2020). Bu kapsamda yengeç ile beslenen sübye ve ahtapot gibi türlerin aşırı avlandığı için bu azalmayla birlikte kare yengeç popülasyonunun da bir artış olduğu kanaatindeyiz.

Deneme sonunda ıskarta türlerden karavida, terzi yengeç ve kare yengeç baskın olarak yakalanmıştır. Uzatma ağlarında en önemli sorunlardan bir tanesi ıskarta türlerin ağdan çıkarılması için harcanan emek ve iş gücüdür (Bozaoğlu, 2012). Ayrıca bu türler ağa yakalandıklarında ağları parçalayarak ağa ciddi zararlar vermektedirler. Bunun için ağların alt bölümü ile kurşun yaka arasına sardon ve branda benzeri tasarımlar ile ıskartanın azaltılması mümkün olabilmektedir (Gökçe, 2004; Metin vd., 2009; Aydın vd., 2013; Gökçe, vd., 2016; Eryaşar, vd., 2021). Bir diğer sorun ise nesli tehlike altındaki türlerin ıskarta olarak yakalanması ve denize atılmasıdır. Bu durum bu türlerin stoklarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu çalışmada Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından hazırlanan kırmızı listeye giren 6 tür tespit edilmiştir. Bu türlerin yakalanmaması adına farklı tasarımların uygulanması ile birlikte, alan ya da mevsim yasaklamaları ile hassas türlerin stoklarını korumaya yönelik tedbirlerin hayata geçirilmesi önerilmektedir.

Çalışmada hedef tür olarak avlanan sübyenin birim çabadaki av verimi 3,05 adet/100 m /gün ve 0,7 kg/100 m/gün olarak saptanmıştır. 2012 yılında yine Mersin'de yapılan çalışmada ise sübyenin birim çabadaki av verimi 4,49 adet/100 m /gün ve 0,9 kg/100 m/gün olarak bildirmiştir (Bozaoğlu, 2012). Elde edilen bulgular ile bu çalışma ile birbirine paralellik göstermekle birlikte av veriminde azda olsa bir azalış görülmektedir. Bu azalış yukarıda ifade edildiği gibi bölgedeki aşırı avcılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak Mersin Körfezi'nde fanyalı uzatma ağları ile sübye avcılığı üzerine yapılan çalışma sayısı kısıtlıdır. Sübye çoğu kafadanbacaklılar gibi kısa ömürlü olup, yaşamları boyunca sadece bir kez ürerler ve sonra ölürler (Akyol vd., 2011). Çok kısa bir yaşam döngüsüne sahip olması nedeniyle sürdürülebilir bir balıkçılık politikası izleyerek bu türden maksimum şekilde faydalanılması gerekmektedir. Bu kapsamda bentik ekosistem için bölgede zamanla meydana gelecek olası değişimlerin tespiti ve bunların ekosistem üzerine olan etkilerinin incelenmesi için bu çalışmanın, ilerleyen yıllarda bölgede yapılacak diğer çalışmalara katkı sağlayacağı kanaatindeyiz. Son yıllarda ıskarta ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. İskartayı azaltmanın en iyi yolunun onu yakalamamak olduğu bilim adamları tarafından bildirilmektedir (Uhlmann vd.,2019). Bu nedenle bu çalışma ile birlikte sübye avcılığında kullanılan fanyalı uzatma ağlarının yanı sıra bölgede kullanılan diğer av araçlarının da hedef, hedef dışı ve ıskarta av kompozisyonlarının tespit edilmesi ve av aracında yapılacak modifikasyonlarla ıskartanın azaltılması ile birlikte sürdürülebilir balıkçılık yönetim politikalarının belirlenmesine bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akyol, O., Tellibayraktar, B. & Ceyhan, T. (2011).** Preliminary results on the cuttlefish, *Sepia officinalis*, reproduction in Izmir Bay (Aegean Sea). *Journal of FisheriesSciences.com*, 5(2), 122-130. DOI: [10.3153/jfscm.2011015](https://doi.org/10.3153/jfscm.2011015)
- Armstrong, J., Armstrong, D. & Hilborn, R. (1998).** Crustacean resources are vulnerable to serial depletion—the multifaceted decline of crab and shrimp fisheries in the Greater Gulf of Alaska. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 8(2), 117-176.
- Aydın, İ., Gökçe, G. & Metin, C. (2013).** Using guarding net to reduce regularly discarded invertebrates in trammel net fisheries operating on seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) in İzmir Bay (Eastern Aegean Sea). *Mediterranean Marine Science*, 14 (2), 282-291. DOI: [10.12681/mms.425](https://doi.org/10.12681/mms.425)
- Beğburs, C.R. & Kebapçioğlu, T. (2007).** Antalya Boğazkent'te kullanılan demarsal fanyalı uzatma ağlarının tür kompozisyonu üzerine araştırma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(3-4), 283-286.
- Belcari, P., Sartor, P., Sanchez, P., Demestre, M., Tsangridis, A., Leondarakis, P., Lefkaditou, E. & Papaconstantinou, C. (2002).** Exploitation patterns of the cuttlefish, *Sepia officinalis* (Cephalopoda, Sepiidae), in the Mediterranean Sea. *Bulletin of Marine Science*, 72(1), 187-196.
- Bilen, C.T., Duysak, Ö., Akamca, E. & Kıyağı, V. (2010).** Karataş açıkları (Kuzeydoğu Akdeniz) mürekkep balığının (*Sepia officinalis* L., 1758) bazı biyolojik özellikleri. *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(4), 400-411. DOI: [10.3153/jfscm.2010043](https://doi.org/10.3153/jfscm.2010043)
- Bozaoğlu, A.S. (2012).** Mersin Körfezi'nde uzatma ağı ile avcılıkta hedef dışı avın tespiti ve azaltılması. Doktora Tezi. Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye.
- Cilasın, M.E., Ayaz, A. & Öztekin, A. (2015).** Çanakkale bölgesi'nde kullanılan fanyalı dip ağlarında sübye (*Sepia officinalis*, L. 1758) seçiciliği. *Menba Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 3, 29-34.
- Çoker, T. & Akyol, O. (2014).** Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (Akdeniz) balık tür çeşitliliği üzerine bir değerlendirme. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 31(2), 113-118. DOI: [10.12714/egejfas.2014.31.2.08](https://doi.org/10.12714/egejfas.2014.31.2.08)
- Denis, V., & Robin, J. P. (2001).** Present status of the French Atlantic fishery for cuttlefish (*Sepia officinalis*). *Fisheries Research*, 52(1-2), 11-22.
- Duysak, Ö., Ersoy, B. & Dural, M. (2013).** Metal concentrations in different tissues of cuttlefish (*Sepia officinalis*) in İskenderun Bay, Northeastern Mediterranean. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 205-210. DOI: [10.4194/1303-2712-v13_2_02](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_2_02)
- Duysak, Ö. & Uğurlu, E. (2020).** İskenderun Körfezindeki mürekkep balıklarının (*Sepia officinalis* L., 1758) farklı dokularında ağır metal birikimi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(4), 556-562.

- Ekingen, G. (2004).** *Türkiye Deniz Balıkları Tanı Anahtarı*. Mersin Üniversitesi Yayınları No:12, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:4, Mersin, 193s.
- Eryaşar, A. R., Ceylan, Y., Özbilgin, H. & Bozaoğlu, A. S. (2021).** Are cloth tarpaulin mounted nets effective for discard reduction in trammel nets?. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *21*(2), 63-71.
- Erzini, K., Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Moutopoulos, D.K., Casal, J.A.H., Soriguer, M.C., Puente, E., Errazkin, L.A. & Stergiou, K.I., (2006).** Size selectivity of trammel nets in southern European small-scale fisheries. *Fisheries Research*, *79* (1-2), 183-201. DOI: [10.1016/j.fishres.2006.03.004](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.03.004)
- FAO. (2018).** *The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries*. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome. 172 pp.
- Fletcher, W. J., Shaw, J., Metcalf, S. J. & Gaughan, D.J. (2010).** An ecosystem based fisheries management framework: the efficient, regional-level planning tool for management agencies. *Marine Policy*, *34*(6), 1226-1238.
- Gil, M.M., Catanese, G., Palmer, M., Hinz, H. Pastor, E., Mira, A., Grau, A., Koleva, E., Grau, A.M. & Morales-Nin, B. (2018).** Commercial catches and discards of a Mediterranean small-scale cuttlefish fishery: Implications of the new EU discard policy. *Scientia Marina*, *82*, 155-164. DOI: [10.3989/scimar.04735.03B](https://doi.org/10.3989/scimar.04735.03B)
- Ganias, K., Christidis, G., Kompogianni, I.F., Simeonidou, X., Voultsiadou, E. & Antoniadou, C. (2021).** Fishing for cuttlefish with traps and trammel nets: A comparative study in Thermaikos Gulf, Aegean Sea, *Fisheries Research* *234* (2021) 105783 DOI: [10.1016/j.fishres.2020.105783](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105783)
- Godoy, H., Furevik, D. & Lokkeborg, S. (2003).** Reduced bycatch of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the gillnet fishery for cod (*Gadus morhua*) in Northern Norway *Fisheries Research*, *62*, 337-384.
- Gökçe, G. (2004).** *Research on reduction of non-target species in shrimp trammel nets* (in Turkish). PhD Thesis, Ege University Natural Science Institute Izmir, 115 pp.
- Gökçe, G., Bozaoğlu, A.S., Eryaşar, A.R. & Özbilgin, H. (2016).** Discard reduction of trammel nets in the Northeastern Mediterranean prawn fishery. *Journal of Applied Ichthyology*, *32*, 427-431. DOI: [10.1111/jai.13015](https://doi.org/10.1111/jai.13015)
- Hall, S.J. & Mainprize, B.M. (2005).** Managing by-catch and discards: how much progress are we making and how can we do better? *Fish and Fisheries* *6*, 134-155.
- Kelleher, K. (2005)** "Discards in the world's marine fisheries: an update", FAO Fisheries Technical Paper No. 470. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Lucchetti, A., Virgili, M., Petetta, A. & Sartor, P. (2020).** An overview of gill net and trammel net size selectivity in the Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, *230*, 105677.
- Maynou, F., Fecasens, L. & Lombarte, A. (2011).** Fishing dynamics of a Mediterranean small-scale coastal fishery. *Aquatic Living Resources*, *24*, 149-159. DOI: [10.1051/alr/20111131](https://doi.org/10.1051/alr/20111131)
- Metin, C., Gökçe, G., Aydın, İ. & Bayramiç, İ. (2009).** Bycatch reduction in trammel net fishery for prawn (*Melicertus kerathurus*) by using guarding net in İzmir Bay on Aegean Coast of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *9* (2), 133-136. DOI: [10.4194/trjfas.2009.0202](https://doi.org/10.4194/trjfas.2009.0202)
- Pauly, D., & Zeller, D. (2003).** The global fisheries crisis as a rationale for improving the FAO's database of fisheries statistics. *Fisheries Centre Research Reports*, *11*(6), 1-9.
- Roda, M.A.P., Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S. J., Suuronen, P., Chaloupka, M. & Medley, P.A. (2019).** *A third assessment of global marine fisheries discards*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Teixeira, E.C., da Silva, V.E., Fabr e, N.N. & Batista, V.S. (2020).** Marine shrimp fisheries research-a mismatch on spatial and thematic needs. *Scientometrics*, *122*(1), 591-606.
- Tiralongo, F., Mancini, E., Ventura, D., De Malerbe, S., Paladini De Mendoza, F., Sardone, M., Arciprete, R., Massi, D., Marcelli, M., Fiorentino, F. & Minervini, R. (2021).** Commercial catches and discards composition in the central Tyrrhenian Sea: a multispecies quantitative and qualitative analysis from shallow and deep bottom trawling. *Mediterranean Marine Science*, *22*(3), 521-531. DOI: [10.12681/mms.25753](https://doi.org/10.12681/mms.25753)
- Tsagarakis, K., Palialexis, A. & Vassilopoulou, V. (2014).** Mediterranean fishery discards: review of the existing knowledge. *ICES Journal of Marine Science*, *71*, 1219-1234. DOI: [10.1093/icesjms/fst074](https://doi.org/10.1093/icesjms/fst074)
- TÜİK, (2020).** *Fishery Statistics of Turkey*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Accessed: 12 April 2022).
- Uhlmann, S.S., Ulrich, C. & Kennelly, S.J. (2019).** The European Landing Obligation. Springer Open (eBook). DOI: [10.1007/978-3-030-03308-8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8)



Su Ürünlerinde Kullanılan Paketleme Yöntemleri: Vakum Paketleme, MAP, Biosensörler, Oksijen Emici Etiketler [*]

Mehmet Emin ERDEM* Nuri TUNÇTAŞ Bayram KÖSTEKLİ İrfan KESKİN
Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 57000, Aklıman, Sinop

Geliş Tarihi: 04.02.2022

Kabul Tarihi: 25.04.2022

Basım Tarihi: 00.00.2022

Atf yapmak için: Erdem, M.E., TUNÇTAŞ, N., Köstekli, B. & Keskin İ. (2022). Su Ürünlerinde Kullanılan Paketleme Yöntemleri: Vakum Paketleme, MAP, Biosensörler, Oksijen Emici Etiketler. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 128-137.
How to cite: Erdem, M.E., TUNÇTAŞ, N., Köstekli, B. & Keskin İ. (2022). Packaging Methods Used in Aquaculture: Vacuum packaging, MAP, Biosensors, Oxygen Absorbing Labels. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 128-137-.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-3245-8177>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8026-1889>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4279-6257>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4503-7299>

***Sorumlu yazarın:**

Mehmet Emin ERDEM
Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü
57000, Aklıman, Sinop
✉: merdem@sinop.edu.tr

Öz: Gıdaların muhafaza edilmesinde ve sağlıklı olarak tüketiciye ulaştırılmasında kullanılan paketleme malzemesinin büyük önemi vardır. Ambalajların en önemli özellikleri; üretim yeri, içeriği, üretim tarihi ve menşei gibi birçok bilgi konusunda tüketiciyi aydınlatmasıdır. Su ürünleri avlandığı andan itibaren, karşılaştığı tüm fiziksel ve çevresel faktörlerden etkilendiği için çok çabuk bozulmaktadır. Bunun için de en kısa sürede tüketilmeli, uygun koşullarda işlenmeli veya paketlenerek tüketiciye en iyi kalitede ulaştırılmalıdır. Hızla gelişen su ürünleri sektöründe, akıllı paketleme, akıllı etiketler, biosensörler, vakum ve modifiye ambalaj teknikleri ile oksijen emici etiketler de geliştirilmiştir. Mikrobiyolojik kalite ölçüm etiketleri, pH sensörleri, radyo frekans tanımlama teknolojisi (RFID), karekod uygulamaları ile ürünlerin pazarlama sonrası takibi de sağlanmaktadır. Bu çalışmada; su ürünleri paketleme yöntemleri; oksijen emici etiketler, RFID ve biosensörlerin kullanım alanları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: MAP, oksijen emici etiketler, su ürünleri, vakum paketleme.

Packaging Methods Used in Aquaculture: Vacuum packaging, MAP, Biosensors, Oxygen Absorbing Labels

Abstract: Packaging material is of great importance in preserving food and delivering it to the consumer in a healthy way. One of the most important features of packaging is that it informs the consumer about many information such as production place, content, production date and origin. Fisheries deteriorate very quickly as they are affected by all physical and environmental factors from the moment they are caught.. For this, it should be consumed as soon as possible, processed under appropriate conditions or packaged and delivered to the consumer in the best quality. In the rapidly growing fisheries sector, smart packaging, smart labels, biosensors, vacuum and modified packaging techniques, as well as oxygen absorbing labels have been developed. Microbiological quality measurement labels, pH sensors, radio frequency identification technology (RFID), data matrix applications as well as post-marketing follow-up of the products are also provided. With this work; It is aimed to give information about the packaging methods of fishery products and the usage areas of oxygen absorbing labels, RFID and biosensors.

***Corresponding author:**

Mehmet Emin ERDEM
Sinop University, Faculty of Fisheries,
Fishing and Processing Technology
Department, 57000, Aklıman, Sinop
✉: merdem@sinop.edu.tr

Keywords: Fish product, MAP, oxygen absorbing labels, vacuum packaging.

GİRİŞ

Hayat var olduğundan beri, insanlar gıdalarını korumak için çaba harcamışlardır (Gram ve Dalgaard, 2002). Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile özellikle çalışan

kadın sayısı artmış, beslenme alışkanlıkları da önemli oranda değişmiştir. İnsanlar daha kolay hazırlayıp tüketecekleri ve besin kalitesi açısından önemli gıdaları tüketme arayışındadırlar. Bunun yanında işlenmiş gıda teknolojisi de gelişmiş ve gıdaları daha uzun süre sağlıklı muhafaza

[*] Bu makale, Nuri TUNÇTAŞ'ın yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

This manuscript was produced from Nuri TUNÇTAŞ's master thesis.

edebilme yöntemleri ile kalitenin korunması da amaçlanmıştır (Erdem vd., 2017).

Su ürünleri, özellikle balık ve balıktan elde edilen ürünler günümüz şartlarında gerek sağlık yönünden gerekse lezzetindeki ayrıcalık sebebiyle diğer hayvansal kaynaklı gıdalardan daha önemli bir yere sahiptir (Çolakoğlu, 2006). Balık son derece hassas bir gıda maddesi olması nedeni ile avlandığı andan itibaren fiziksel ve çevresel faktörlerden süratle etkilenir. Bu durumda avlanmayı takiben kısa süre içinde tüketilmeli veya uygun koşullarda muhafaza edilerek tüketiciye en iyi kalitede ulaştırılması sağlanmalıdır (Özden vd., 2001).

Tazelik, balık kalitesinin belirlenmesinde en önemli ölçüt olup, bu özelliğin belirlenmesinde güvenilir yöntemlerin geliştirilmesi çok eski dönemlerden beri araştırmaların temel amacını oluşturmuştur. Tazelik değişimlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler; fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır. Tazelik kaybı ve sonucunda oluşan bozulma, mikrobiyolojik, fizyolojik, kimyasal ve biyokimyasal süreçlerin birbirleri ile etkileşimleri sonucunda ortaya çıkmaktadır (Verrez-Bagnis vd., 2001).

Su ürünleri çabuk bozulabilir gıdalardan olup raf ömürleri kısadır; ürününü başlangıç kalitesinin korunması ise çok önemlidir. Ayrıca içerdikleri yüksek su aktivitesi nedeniyle istenmeyen tat kaybı ve koku oluşabilmektedir. Su ürünlerinde kalitenin muhafaza edilebilmesi için birçok işleme yöntemi kullanılmakla birlikte işlenen ürünün paketlenmesi de ürün kalitesinin belirli süreler boyunca korunmasında oldukça önemlidir. Bunun için ürünlerin en uygun paketleme materyali ile paketlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma ile su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan paketleme yöntemleri, kullanım alanları, faydaları konusunda bilgiler verilecek, gelişen teknoloji ile birlikte paketleme yöntemlerindeki son gelişmelerden bahsedilecek ve oksijen emici etiketlerin su ürünlerinde kullanımına değinilecektir. Çalışma, su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan paketleme yöntemleri ve kullanılan etiketler hakkında ayrıntılı bilgi veren derleme araştırmasıdır.

Paketleme Yöntemleri ve Paket Türleri: Su ürünleri avlandığı andan itibaren, karşılaştığı tüm fiziksel ve çevresel faktörlerden çok hızlı bir şekilde etkilenmesi nedeniyle, avlamanın hemen ardından en kısa sürede tüketilmeli ya da en uygun koşullarda muhafaza edilerek tüketiciye en iyi kalitede ulaştırılması sağlanmalıdır. Paketleme tekniği ile ürünün fiziksel, kimyasal ve biyolojik zararlılardan korunması sağlanmakta, böylece olası bozulmalar geciktirilerek ürünün dayanma süresi arttırılmaktadır. Ayrıca paketler üzerinde bulunan etiketler ile ürün hakkında firma bilgileri, üretim yeri, tarih, içerik, katkı maddeleri gibi genel bilgiler içermesi açısından önemlidir. Paketleme işlemi, ürünün kalitesinin korunması, raf ömrünün uzatılması, pazarlanması ve dağıtılmasında

kolaylık sağlaması, sonuçta tüketicinin ürüne duyduğu güvenin artırılması amacını da taşımaktadır (Bykowski & Dutkiewicz, 1996). Hemen tüketilemeyecek deniz ürünlerinin, sağlıklı şartlarda saklanarak, av mevsiminden sonra da tüketici beğenisine sunulması amaçlanmaktadır. Paketlemede kullanılan malzemelerin nem ve oksijen geçirgenliğinin düşük, yağ ve suyun emilmesine karşı ise dirençli olması gerekmektedir. İyi bir paketlemede, paket içerisinde hava boşlukları ve şişkinliklerin en aza indirilmesi, ambalajın ürün ile reaksiyona girmemesi ve ambalajın ürünü tam olarak kaplaması gerekmektedir (Yılmaz vd., 2009).

Su ürünlerinde yaygın olarak kullanılan paketleme metotları; Kontrollü Atmosferik Paketleme, Modifiye Edilmiş Atmosferde Paketleme Tekniği (MAP), Vakum Paketleme, Yenilebilir Film Kaplama, Akılla Paketleme ve Aktif Paketlemedir.

Kontrollü Atmosfer Depolama: Bu paketleme tekniği, büyük miktarlarda depolanacak ürünler için uygulanmaktadır. Depolama süresince mevcut atmosferik ortamda meydana gelebilecek bütün değişimler ayarlanmakta ve böylece depolanan ürünlerde mikrobiyal üreme fazı geciktirilmektedir (Arashisar vd., 2004). Kontrollü atmosferik depolama ile ortamdaki O₂ oranını azaltılıp, CO₂ oranı yükseltilerek solunumun yavaşlatılması ve ortam koşullarının sürekli kontrol edilmesi ile atmosfer kompozisyonunun sabit tutulması sağlanmaktadır. Bu yöntemin küçük çaplı depolamalar için kullanılması verimlilik açısından tavsiye edilmemektedir (Örüng vd., 2016).

Ürünlerin muhafaza edildiği depolarda, normal şartlarda nem ve sıcaklık kontrolü yapılmaktadır, bu yöntem ile depo içerisindeki atmosfer bileşimi de kontrol altına alınarak, depo ortamındaki oksijen oranının azaltılıp karbondioksit miktarı artırılmaktadır. Böylece ürünün enzimatik ve mikrobiyal gelişim hızı yavaşlatılarak, daha uzun süre kalitesi korunmuş olur. Atmosferde normal şartlarda azot %78, oksijen %20, karbondioksit %0,2 oranında bulunmaktadır. Kontrollü atmosfer depolama ile depo ortamında CO₂ gazının miktarı artırılarak O₂'nin %2 seviyelerde tutulması amaçlanmaktadır. Bu oranın sabit kalabilmesi için depo içinde özel izolasyon maddeleri kullanılır, ayrıca kapıların da gaz sızdırmaz olması gerekir. Kontrollü atmosfer ile depolamada gaz oranları, ürünün çeşidine ve türüne göre ayarlanmalıdır (Anonim, 2022a).

Modifiye Edilmiş Atmosferde Paketleme (MAP): Temel olarak su ürünlerinin sağlıklı bir şekilde korunması için kullanılan metotlar; dondurma, konserve teknolojisi, tuzlama, kurutma ve dumanlamadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte muhafaza süresini uzatmak amacıyla MAP teknolojisi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. MAP; yaygın olarak işlem görmemiş taze su ürünlerine uygulanmaktadır, fakat işlenmiş bazı ürünlerle ile kombine

edilerek de uygulanması yaygınlaşmaktadır. Özellikle dondurulmuş, dumanlanmış, haşlanmış, marine ürünlere, balık salatalarına, kurutulmuş ürünlere, midye dolma veya midye tavaya, balık eti ya ad surimi gibi ürünlere yaygın olarak MAP uygulaması kullanılmaktadır (Kocatepe & Turan, 2011).

Son yıllarda tüketicilerin uzun raf ömrüne sahip olan ve tüketime hazır gıdaları tercih etmesinden dolayı, balık ürünleri de dahil olmak üzere taze ve kısmen işlenmiş gıdaların büyük çoğunluğunun raf ömrünün artırılması amacıyla depolama, taşıma ve ambalajlanmasında MAP tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır. MAP tekniği, gıdaların dayanma süresini uzatmak, mikrobiyolojik gelişmeyi azaltmak ve enzimatik bozulmayı önlemek amacıyla, ambalaj içi atmosferin farklı gaz karışımları içeren modifiye edilmiş atmosferle yer değiştirmesi ve ürünün yapısına uygun özellikteki ambalaj materyalleri ile paketlenmesi tekniğidir (Turan & Kocatepe, 2013). Bu amaçla karbondioksit, azot ve oksijen gazlarının miktarında oynamalar yapılarak paketlenmektedir.

Kısa raf ömrüne ve buna bağlı olarak ciddi ekonomik kayıplara neden olan mikrobiyolojik aktivite; deniz ürünlerinde, bozulma derecesine bağlı olarak kötü koku, renk ve aroma oluşumu şeklinde olmaktadır. MAP tekniğinin avantajları ürünün raf ömrünün uzamasına yardımcı olması ve paket içindeki ürünün görünümündeki parlaklıktan dolayı tüketici tarafından daha çok beğenilmesidir. Dezavantajı ise; paket hacminin diğer paketlenme türlerine göre daha fazla olmasından dolayı depolamada ve dağıtımda zorluklarla karşılaşılmasıdır (Özoğul vd., 2006).

Modifiye atmosfer paketlenme (MAP) yapılmış ürünlerde O₂, N₂ ve CO₂ gazlarının farklı varyasyonları kullanılmaktadır. Balık türüne, ürün çeşitliliğine, saklama koşullarına göre oranlar değişmektedir. Yapılan bilimsel çalışmalarda gaz karışımları farklılık göstermektedir; %60 CO₂, %40 N₂; %75 CO₂, %25 N₂; %40 CO₂, %60 N₂, %40 CO₂, %30 N₂ ve %30 O₂; 30% O₂, 30% CO₂ ve 40% N₂; %60 CO₂ ve %40 O₂; %5 O₂ +% 35 CO₂ +% 60 N₂ veya %30 CO₂ +%70 N₂ (Erkan vd., 2000; Kocatepe vd., 2015). Ayrıca mantar gelişiminin engellenmesinde, protein yapısının korunmasında, enzim aktivitesi üzerine etki etmesinde ve mikroorganizma faaliyetlerini sınırlandırmasında MAP uygulama önemlidir (Farber, 1991). Yüksek CO₂ düzeyi, ürünlerde kalite kayıplarına (renk, tat bozulması, ambalajda bombaj oluşumu vb.) neden olmakta ve bunun yanında artan CO₂ miktarı aneorobik mikroorganizmaların gelişimine uygun ortam sağlamaktadır (Sivertsvik vd., 2002). MAP'lı ürünlerde herhangi bir zararlı etkiye sahip olmayan azot gazı oksijene alternatif olarak kullanılmakta, oksidasyonu önleyerek su ürünlerinin bozulması geciktirilmektedir (Çelikkol, 2011; Çorapçı & Kocatepe, 2019; Farber, 1991; Sivertsvik vd., 2002).

Vakum Paketleme (VP): Besinlerin saklanması, korunması, taşınması ve daha iyi görünmesini sağlamak amacıyla kullanılan tekniklerden bir tanesi de vakumlu paketlenme tekniğidir. Bu teknikte, ürünün konulduğu paketin içerisindeki hava herhangi bir gaz ya da gaz karışımları ile yer değiştirilmeden vakumla boşaltılmakta, hemen ardından paketin ağzı hava geçirmeyecek şekilde kapatılmaktadır. Vakum ile paketlenmede, paketler içerisinde serbest oksijen minimum seviyede olacağı için aerobik bakterilerin çoğalması ve oksidasyon ürünlerin oluşması daha uzun bir süre alacaktır (Çaklı, 2008). Ayrıca, ürünün atmosferik oksijen ve nem ile temasını önleyerek depolama ömrünün uzatılmasına da yardım etmektedir (Göğüş & Kolsarıcı, 1992). Paketleme materyali olarak kullanılacak olan malzemenin hava geçirgenliğinin olmaması gerekmektedir. Balık ve balık ürünlerinde enzimatik, oksidatif ya da mikrobiyal bozulmalar olabilir. Paket içerisindeki oksijen miktarının azaltıldığı bu teknik sayesinde, bozulmaya neden olan aerobik bakterilerin çoğalması önlenmekte ve ürünün raf ömrünün uzaması sağlanmaktadır. Fakat *Clostridium botulinum* gibi anaerobik organizmaların çoğalması ve toksin üretmesi için uygun bir ortam oluşabilmektedir. Bu nedenle, su ürünlerinin denizden yakalanmasından paketlenmesine kadar olan tüm aşamalarda, hijyen ve sanitasyon kurallarına çok dikkat edilmesi gerekmektedir (Randall vd., 1991; Rajesh vd., 2002).

Yenilebilir Film Kaplama: Yenilebilir film kaplamalar, gıdayı koruyan ve raf ömrünü uzatan, gıdayı ince bir film şeklinde saran ve tüketilebilir özellikteki doğal kaplamalardır. Gıda paketlenme teknolojisinde gıdanın taze tutulması önemli bir ölçüt iken, gıdanın özelliğinin paket üzerinde ayrıntılı olarak verilmesi de tüketiciler açısından önemlidir (Sürengil & Kılınç, 2011). Değişen iş hayatı nedeni ile tüketiciler kolay hazırlanabilecek gıdalara yönelmektedirler. Tüketici ihtiyaçlarını karşılayabilecek yenilebilir film kaplama ürünleri geliştirilmektedir (Kokangül & Fenercioğlu, 2012). Yenilebilir film kaplamaların tercih edilmesinin nedenleri arasında; mikroorganizma gelişiminin engellenmesi, ürün neminin sabit tutulabilmesi, uçucu gazlarının oluşmasını geciktirmesi, duyuşsal olarak renk, koku, tat ile görünüşü muhafaza edebilmesi, oksijen geçirgenliğini azaltması ve çevreye zarar vermemesi gibi özellikleri sayılabilir (Korkmaz, 2018).

Polisakkarit filmler, alginat, kitosan, pektin, agar, selüloz, nişasta gibi ürünlerden elde edilirler. Kahverengi deniz alglerinden elde edilen alginat, besi yeri olarak kullanılmasının yanında gıda üretiminde yenilebilir film olarak çokça kullanılır. Fakat yenilebilir kaplamalarda, bol ve ucuza temin edilmesi, antioksidan ve antimikrobiyal özelliğe sahip olmasından dolayı nişasta, yağın olarak kullanılan doğal polisakkaritler (Dursun & Erkan, 2009).

Kitosan, kabuklu su ürünlerinin (yengeç, istakoz midye, karides) kabuklarında bol miktarda bulunur. Bakteri ve mantar gibi mikroorganizmaların hücre duvarlarında bulunan ve doğada en bol polimerlerden birisi olan kitinin deasetilasyonu ile kitosan elde edilebilmektedir. İnsan sağlığı için zararlı etkisi yoktur, alerji yapmaz ve parçalanabilmesinden dolayı yenilebilir film olarak kullanılmasında önemli etkenlerdir (Çaklı & Kılınç, 2004).

Protein filmler, gıdaların besin değerini artırdıkları için yenilebilir film olarak aranan özelliklere sahiptirler. Elde edilmelerinde farklı yöntemler kullanılabilir. En yaygın olarak kullanılanları; çeşitli çözücüler ile polipeptid zincirinin denatürasyonu, çapraz bağlanma yapan elektrolit ilavesi ile ve farklı sıcaklık uygulamaları ile elde edilirler (Dursun ve Erkan, 2009). Protein filmlerinin kalitesini; proteinin kaynağı, protein pH'sı, film kalınlığı, elde etme koşulları gibi faktörler belirlemektedir (Jongjareonrak vd., 2008).

Kompozit filmler; yenilebilir filmler doğal olarak heterojen özellikte polisakkarit, protein ya da yağların birleştirilmesi ile oluşturulabilir. Değişik özelliklerdeki polisakkaritler bir araya getirilerek, farklı özellikleri ve faydaları bir araya getirilerek kullanılmaktadırlar. Böylece her bir film materyali özelliklerinin kombine edilmesi sağlamaktadır (Kester and Fennema, 1986). Film elde ederken proteinler ile karbonhidratlar, proteinler ile lipidler ya da lipidler ile karbonhidratlar, doğal veya yapay polimerlerin kombinasyonları kullanılarak kompozit film kaplamalar üretilmektedir (Anonim, 2022b).

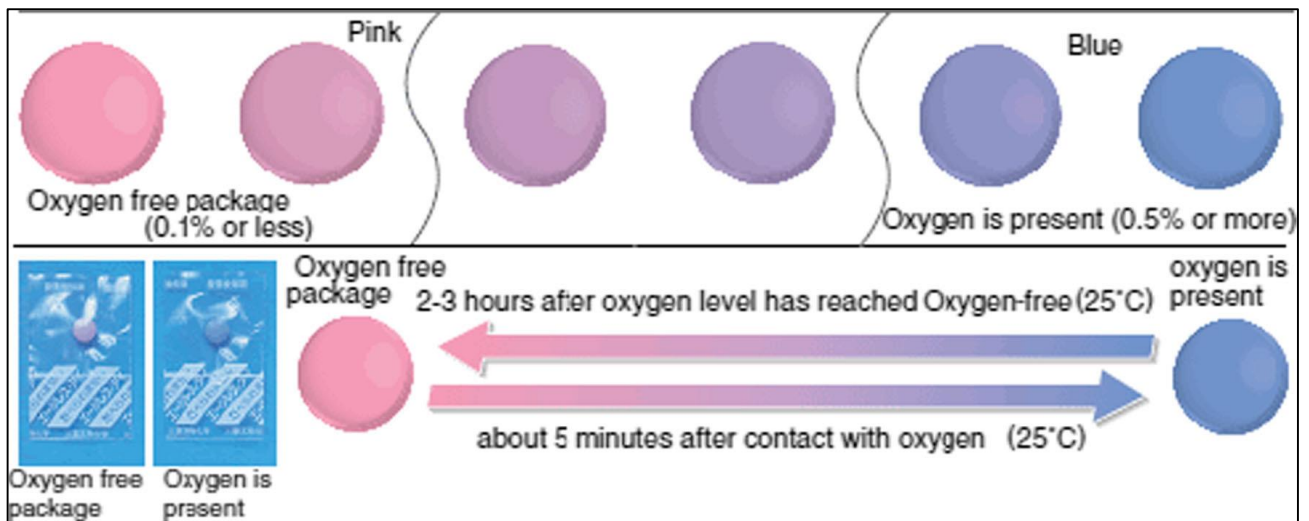
Gıda ambalaj teknikleri her geçen gün gelişmektedir. Nanoteknolojiyle üretilen ambalajlar, biyobozunur ambalajlar, aktif ve akıllı paketleme sistemleri, su ürünleri paketlemede de kullanılan gelişmiş ambalajlama teknikleridir. Akıllı ambalajlar dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Akıllı ambalaj kullanımının

standart hale getirilmesi için spesifik bir yönetmelik olan 450/2009/EC yönetmeliği, akıllı ambalajların doğru kullanımı, güvenliği ve pazarlamasına yönelik yeni yasal dayanağı oluşturulmasını sağlamıştır (Restuccia vd., 2015).

Akıllı Ambalajlar: Gıdaların üretildikten sonra tüketiciye ulaşmaya kadar geçen süre içinde üründe oluşabilecek değişikliklerin erken zamanda fark edilebilmesi için akıllı ambalaj teknolojisi önem kazanmaya başlamıştır. Akıllı ambalajlar; gaz sensörü, sızıntı sensörü, florasan bazlı sensörler, tazelik konusunda bilgi veren akıllı etiketler (RFID), sıcaklık zaman indikatörleri olarak sınıflandırılmaktadırlar.

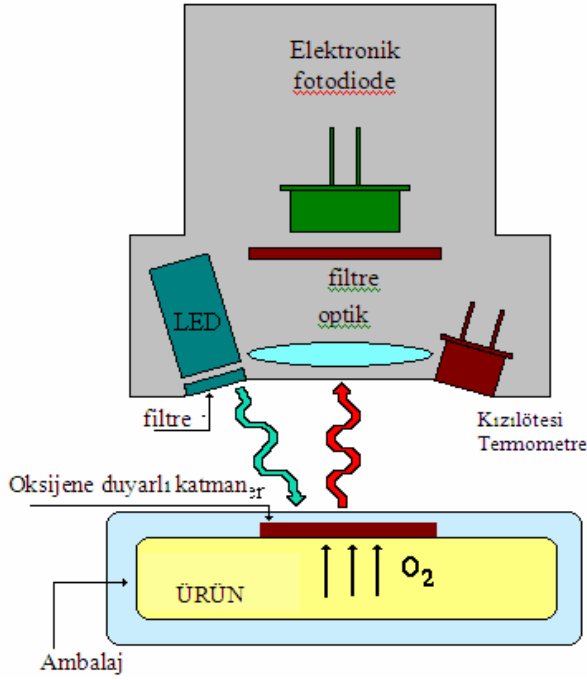
Gıda ambalajlanmasında kullanılan sensörler; ürünlerin tazeliğini, ürünlerde mikrobiyal bozulma olup olmadığını, oksidatif acılaşmayı ve sıcaklığa bağlı değişimleri göstermektedir (Anonim, 2022c).

Gaz sensörleri (Şekil 1, Şekil 2), paketlenen ürünün içinde bulunan ya da ürünlerin depolandığı ortamlardaki gazların özelliklerini ve miktarını tespit eden ekipmanlardır. Sensörler; amperometrik oksijen sensörleri, potansiyometrik karbondioksit sensörleri, oksijen sensörleri gibi sistemlerden oluşurlar. Elektrokimyasal oksijen sensörleri gibi geleneksel kullanımlarda uygulanan kısıtlamalardan dolayı optik oksijen sensörleri yaygınlaşmıştır. Optokimyasal sensörler, gıdalarda mikrobiyal bulaşma sonucunda veya farklı kimyasal bozulmalar sonucu oluşan hidrojen sülfid, karbondioksit ve diğer aminli bileşikler algılayarak ürün kalitesi hakkında bilgi sahibi olmaya yardımcı olurlar. Optokimyasal sensörler, pH değişimlerine duyarlı floresans bazlı sistemler, renk değişimlerine duyarlı sensörler ve fluorometrik bazlı sensörler olarak sınıflandırılırlar. Florasan Bazlı Gaz Sensörü; Paketlenmiş ürünlere tepede boşluğunda oluşan gazların uzaktan ölçümünü sağlayan sistemdir (Anonim, 2022c; Gök, 2007).



Şekil 1. O₂ indikatörü (Mohebi & Marquez, 2014).

Figure 1. O₂ indicator (Mohebi & Marquez, 2014).



Şekil 2. Florasan Bazlı Gaz Sensörü (Öcal & Karapınar, 2016).
Figure 2. Fluorescent Based Gas Sensor (Öcal & Karapınar, 2016).

Biyosensörler; ambalajlanmış gıdalarda meydana gelen biyolojik reaksiyonları belirleyen, kaydeden ve ileten cihazlara biyosensör denir. Biyosensörler de bir biyoreseptör ve enerjiyi değiştiren dönüştürücülerden (transducer) oluşmaktadır. Ampermetre olarak kullanılan biyosensörler, hidrojen peroksit oluşumunu belirlemek için platin elektrotları ve enzim hareketlerini takip etmeye yönelik cihazların geliştirilerek, sensörlerin çalışması hedeflenmiştir (Huang vd., 2011). Sensörler, geleceğin akıllı paketleme sistemleri için en umut verici ve yenilikçi teknoloji olarak kabul edilmektedir sistemlerdir (Şekil 3) (Takma & Nadeem, 2019).



Şekil 3. Biyosensör (Öcal & Karapınar, 2016).
Figure 3. Biosensor (Öcal & Karapınar, 2016).

İndikatörler

Sızıntı İndikatörü; bunlar modifiye atmosfer ambalajda kullanılan bazı gazların varlığını ya da yokluğunu gösteren sistemler olup, ambalaj bütünlüğü ve sızıntıları hakkında bilgi vermektedir. Sızıntı indikatörleri, kimyasal ve enzimatik reaksiyonların bir sonucu olarak renk değiştirirler. Oksijen ve karbondioksit indikatörleri olmak üzere iki çeşit sızıntı indikatörü kullanılmaktadır. İndikatörler; tablet, etiket, baskı şeklinde olabildiği gibi, polimer film kaplanarak da formüle edilebilmektedir (Karagöz & Demirdöven 2017).

Tazelik İndikatörü; tazelik indikatörleri, mikrobiyolojik bozulma ile ortaya çıkan organik asitler, etanol, uçucu azot bileşikler ve karbondioksit gibi metabolitlerin etkisi ile ambalaj içerisinde etiketin renk değiştirme prensibine göre çalışmaktadır. Özellikle MAP'lı ürünlerde kullanılmaktadır. Tazelik indikatörleri, pH değişimine, uçucu azot bileşiklerine, hidrojen sülfüre (H₂S), veya mikrobiyal metabolitlere duyarlı olmak üzere çalışma prensiplerine göre 4 farklı şekilde kullanılmaktadırlar. Su ürünlerinin depolanması sırasında gerekli koşulların ihlali ve mikrobiyolojik bozulmalar neticesinde meydana gelen metabolitlerin (CO₂, SO₂, NH₃, H₂S, aminler, organik asitler, etanol, toksin veya enzim) ve değişen gaz konsantrasyonlarının tespiti esasına göre çalışan sistemlerdir (Takma & Nadeem, 2019).

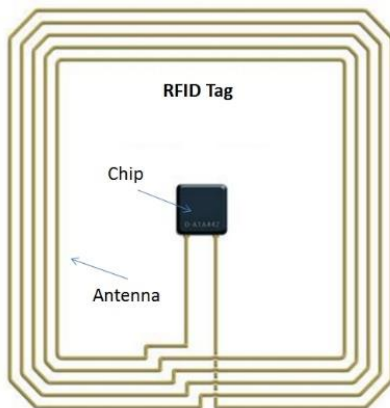
Sıcaklık-Zaman İndikatörü; gıda güvenliğinin ve kalitesinin devamını sağlamak, dağıtım ve depolama sürecindeki sıcaklık değişimlerini izlemek için hazırlanan etiketlerdir Ürün ambalajlarının üzerine yerleştirilen bu etiketler istenen sıcaklıktan sapma sonucu ürünün tazeliğini ve güvenliğini kaybettiği durumda renk değiştirerek bu gelişimi göstermektedir (Şekil 4) (Anonim, 2022d).



Şekil 4. Sıcaklık- zaman indikatör örneği ve çalışma prensibi (Anonim, 2022d).

Figure 4. Example of temperature- time indicator and its working principle.

Radyo frekanslı tanıma (RFİD) Etiketler: RFİD etiketleri (Şekil 5), radyo dalgaları ile tanımlama yapan ve ürünü uzaktan izleme imkânı veren bir sistemdir. Su ürünlerinde bu etiketlerin kullanımı, ürünün avlama yeri ve tarihini gösterirken, taşıma ve depolama boyunca üründe meydana gelebilecek değişimlerin izlenebilirliğini sağlamaktadır. Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) etiketleri veya elektromanyetik taşıyıcıları, yakındaki okuyuculara veri almak, depolamak ve bu verileri iletmek için düşük güçlü radyo dalgaları kullanan küçük devrelerdir (Şekil 6). RFID etiketleri meydana getiren ana bileşenler: bir mikroçip veya entegre devre (IC), bir anten ve tüm bileşenleri bir arada tutan bir alt tabaka veya koruyucu malzeme katmanıdır. RFID etiketleri paket üzerine yapıştırılabilir ve farklı büyüklüklerde olabilir. Aynı zamanda şeffaf etiketler, kağıt etiketler, sert etiketler, plastik kartlar ve çip benzeri özelliklere sahiptirler. Özellikle su ürünleri gibi çabuk bozulan gıdalarda gıda güvenliği ve gıda takibi açısından önemlidirler (Karagöz & Demirdöven, 2017).



Şekil 5. RFİD etiket (Anonim, 2022e).

Figure 5. RFID label.

Oksijen Tutucu-Emici Etiketler (Freshcare): Oksijen gıda ve özellikle su ürünlerinde meydana gelen bozulmanın temel nedenidir. Ambalajdaki çok düşük

miktarlardaki oksijen bile ürün kalitesini etkileyecek ve ürünün bozulma hızını arttıracaktır. Modifiye atmosfer ile paketlenmede bile (azot ve karbondioksit gazları kullanarak) asla oksijenin tamamı uzaklaştırılmaz. Freshcare gıda ürününün ambalajı içindeki tüm oksijeni emmek üzere tasarlanmış bir aktif paketlenme yöntemidir. Raf ömrünü doğal olarak ve çok etkin bir şekilde uzatan bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır. Freshcare oksijen emici paketler Asya'da onlarca yıldır kullanılmaktadır. Asya'da yılda yaklaşık 200 çeşit ve 10 milyar kadar tüketim ürününün paketlenmesinde oksijen emici paketler kullanılmaktadır. Son on yıldır, oksijen emici paketler Avrupa'da da gıda ve ilaç ürünlerinde kullanılmaya başlanmıştır (Brandon vd., 2009).

Oksijen emici etiketler gıda ambalajındaki tüm oksijeni emerek tamamen oksijensiz bir ortam yaratan yüksek kaliteli bir oksijen emicidir. Modifiye atmosfer ile paketlenme, vakumla paketlenme, ısıtma işlemi ile paketlenme yöntemleri ile yapılan paketlenmelerde, tamamen oksijensiz bir ortam yaratmak mümkün değildir. Oksijen emici etiketler kullanılan paketlerde ürünün doğal tadı korunur ve raf ömrünü uzatır. Geliştirilen bu yeni teknoloji sayesinde, Oksijen emici etiketler gıda ambalajının içindeki oksijen seviyesinin %0,1'in altına inmesini sağlar ve böylelikle küf oluşumu, renk değişimi, yağ oksidasyonu ve aerobik mikroorganizma gelişimi önlenir. Gıda ürünlerinde oksijen, küf ve bakteri oluşumunu ile acılaşmanın (ransidite) nedenidir. Bozulma hızı, ortamdaki serbest oksijen varlığı ve miktarı ile doğru orantılıdır. Oksijen emici etiketler ortamdaki oksijeni bünyesinde toplar ve böylece gıdaların uzun süre korunması sağlanmış olur (Demirhan, 2012).

Oksijen emici etiketler poşet ya da etiket formatındadır. Her iki ürün tipi de aynı güçte oksijen emme etkisine sahiptir. Hem poşet hem de etiket formatındaki oksijen emiciler otomatik ya da manuel olarak uygulanabilir. Etiket formatındaki oksijen emiciler gıda ambalajının iç yüzeyinde istenilen bir yere yapıştırılabilir (Şekil 6).



Şekil 6. Oksijen emici etiketlerin genel görünümü (Anonim, 2022f).

Figure 6. General view of oxygen absorber labels.

Tuz, şeker, asitler ve anti-oksitanlar gibi doğal ve sentetik koruyucuların daha az kullanılması ile daha sağlıklı gıda ürünleri üretilebilir. Aerobik mikroorganizma gelişimini yavaşlatmak için şeker, tuz ve asit dengesiyle oynama gerekliliğine gerek kalmamaktadır. Doymamış yağ asitleri, tereyağı, vitaminler gibi kolayca okside olan katkıların kullanımına imkân verir. Bu sayede oksijen emici etiketler ile tadı ve aroması daha iyi korunmuş daha sağlıklı ürünlerin tüketiciye sunulmuş olur. Daha az katkı maddesi kullanılan ya da tamamen katkı maddesiz, doğal ve sağlıklı gıda ürünleri ile yeni pazar taleplerinin karşılanmasına olanak sağlar (Brody vd., 2001). Bazı gıdalarda Oksijen emici etiketlerin etkileri Şekil 7'da verilmiştir:

Kategori	Raf Ömrü	Duyusal etkileri	Katkı Maddesi Kullanımı
 Unlu Mamuller	x4	Daha iyi tat	Asitler ve diğer doğal küf önleyiciler dahil tüm koruyucu katkı maddelerinin kullanımını bırakmak mümkündür.
 Peynir	x2	Daha iyi tat, koku ve görünüm	Tüm koruyucu katkı maddelerinin kullanımını bırakmak mümkündür.
 İşlenmiş Et Ürünleri	x2	Daha iyi renk ve daha doğal görünüm	Nitrit kullanımını belli bir ölçüde azaltmak mümkündür.
 Kurutulmuş meyve ve Kuruyemişler	x2	Daha iyi tat, koku ve görünüm, acılaşma yok	Yoktur
 Tortilla	x4	Daha iyi tat, koku ve görünüm	Asitler ve diğer doğal küf önleyiciler dahil tüm koruyucu katkı maddelerinin kullanımını bırakmak mümkündür.
 Kahve	x2	Daha iyi aroma	Yoktur
 Ekmek	x3	Daha iyi tat	Asitler ve diğer doğal küf önleyiciler dahil tüm koruyucu katkı maddelerinin kullanımını bırakmak mümkündür.

Şekil 7. Oksijen emici etiketlerin kullanmanın faydaları (Cichello, 2015).

Figure 7. Benefits of using oxygen absorber labels (Cichello, 2015).

Oksijen emici etiketler kullanım alanların unlu mamuller, dondurulmuş gıdalar, pizza, peynir, işlenmiş et ürünleri, kuruyemişler, kurutulmuş meyveler ve sebzeler, makarna, ekmek, kahve ve birçok gıdada kullanılır. Son yıllarda işlenmiş su ürünlerinde kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır (Mexis vd., 2009).

Oksijen emici paketlerinin gıda ürünlerinde kullanımına Avrupa Birliği ülkelerinde ve şimdi Türkiye'de izin verilmektedir. Oksijen emici etiketler Avrupa Birliği EC 1935/2004 sayılı düzenlemede ve 29 Mayıs 2009 Tarihli Avrupa Birliği Komisyonu EC-450/2009 sayılı düzenlemesinde, gıda ile direk temas eden aktif ve akıllı ambalaj malzemeleri sınıfında yer almaktadır. Türkiye'de ise 04.10.2011 tarihinden itibaren

bazı özel firmalar tarafından Tarım ve Orman Bakanlığı izni ile ithal edilmektedir ve gıda ürünlerinde güvenle kullanılabilir. Oksijen emici etiketler toksik değildir, kokuzusdur ve kaza ile tüketilmesi halinde zararsızdır. Oksijen emici içerisindeki demir tozu yanlışlıkla tüketilirse, mide bulantısı gibi çok nadir belirtiler ortaya çıkabilir. Oksijen emici etiketin görevi ambalaj içerisindeki oksijeni tutmasıdır. Hava ve nem geçişine izin veren, demir tozunun dışarıya çıkmasına engel olan bir paket içerisinde imal edilmişlerdir. Dolayısıyla besin maddeleriyle teması veya aynı ortamda bulunmasının sağlık açısından bir zararı yoktur (Anonim, 2022g).

SONUÇ

Su ürünlerinin muhafazasında kullanılan temel metotlar dondurma, konserve, dumanlama, tuzlama ve kurutma iken günümüzde su ürünlerinin taze muhafaza süresinin artırılması amacıyla vakum ve modifiye atmosfer paketleme teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Su ürünlerinin modifiye atmosfer paketleme teknolojisi ile muhafazası, hızla gelişen ve yenilenen bir uygulamadır. Modifiye atmosfer paketleme; taze su ürünleri dışında, haşlanmış, tuzlanmış, soğuk dumanlanmış, marine gibi yarı korumalı, ya da midye dolma, balık salatası, surimi balık köftesi gibi işlenmiş su ürünlerine de uygulanabilir. Marketlerde satılan birçok taze ürünün (pasta, tatlı, kırmızı et, dumanlanmış balık, salam, sosis vb.) ambalajlanmasında sıkça kullanılan ve tüketici tarafından benimsenen bu teknoloji, ürünün kalitesini geliştirmekte, tazelik ve raf ömrünü uzatmakta, tüketiciye kolaylık sağlamakta ve ürünün değerini artırmaktadır.

Günümüzde paketleme tekniklerinin gelişmesiyle tüketime hazır sağlıklı gıdalar elde edildiği gibi ürünün tazeliği konusunda tüketici bilgilendirilmektedir. Aktif etiketleme yöntemleri, akıllı ambalajlarla ambalajlama, modifiye atmosferde ambalajlama ve oksijen emici etiketler su ürünlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda paketleme yöntemlerinin etkinliği ayrıntılı olarak ortaya konmaktadır. Son yıllarda oksijen emici etiketler ve nem emiciler kullanılırken tazelik indikatörleri su ürünleri sanayiinde yaygınlaşmaktadır. MAP ile birlikte akıllı paketleme uygulamaları su ürünlerinin kalitesini korumada ve raf ömrüne katkı sağlamadaki etkinliği açıktır. Gıdaların raf ömrünün ve güvenliğinin arttırılacağı kesindir. MAP paketlemenin yanında oksijen emici etiketi de kullanılması muhafaza süresini uzatacaktır. Paketlenmiş gıdaları yalnızca oksidatif bozunmadan değil, mikrobiyal bozunma türlerine karşı da koruyabilen yeni ajanlar geliştirilmektedir, ancak oksijen emiciler, yüksek bariyerli ambalajlara sahip küresel gıda koruma sistemi olarak, özellikle su ürünlerinde daha yaygın olarak kullanılmaya devam edecektir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2022a).** *Gıda muhafaza yöntemleri*, Erişim tarihi: 02.03.2022. https://www.diatek.com.tr/makale-yontem/genel/gida-muhafaza-yontemleri_127.htm.
- Anonim, (2022b).** *Yenilebilir Polimerik Filmler ve Kaplamalar-1*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <http://www.plastik-ambalaj.com.tr/plastik-ambalaj-makale/2505-yenilebilir-polimerik-filmler-ve-kaplamalar-1>.

- Anonim, (2022c).** *Aktif ve Akıllı Ambalajlama Teknolojisi*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <https://gastro-food.com.tr/tr/anasayfa/danismanlik/59/urun/21/aktif-ve-akilli-ambalajlama-danismanligi>
- Anonim, (2022d).** *Akıllı ambalajlama teknolojisi*, Erişim tarihi: 02.03.2022 https://mobil.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Akili-Ambalajlama-Teknolojisi/Akili-Ambalajlama-Teknolojisi_3320.htm
- Anonim, (2022e).** *RFID etiketleri ve okuyucu antenleri nasıl çalışır*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <https://www.barkod.com/rfid-etiketleri-ve-okuyucu-antenleri-nasil-calisir>
- Anonim, (2022f).** *Gıda güvenliği çözümleri*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <https://www.genopak.net/oksijen-emici>
- Anonim, (2022g).** *Oksijen emici yenirse*, Erişim tarihi: 02.03.2022. <http://www.genopak.net/oksijen-emici-yenirse/>
- Arashisar, Ş., Hisar, O., Kaya, M. & Yanik, T. (2004).** Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology*, **97**, 209-214.
- Brandon, K., Beggan, M., Allen, P. & Butler, F. (2009).** The performance of several oxygen scavengers in varying oxygen environments at refrigerated temperatures: implications for low-oxygen modified atmosphere packaging of meat. *International Journal of Food Science and Technology*, **44**, 188-196. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2008.01727.x
- Brody A.L., Strupinsky E.R. & Kline, L.R. (2001).** *Active packaging for food application*. New York: CRC Press; 236s.
- Bykowski, P. & Dutkiewicz, D. (1996).** *Freshwater Fish Processing and Equipment in Small Plants*, FAO, Fisheries Circular No: 905, FIIU/C905.
- Cichello, S.A. (2015).** Oxygen absorbers in food preservation: A review. *J Food Sci Technol*. Apr; **52**(4), 1889-1895. DOI: 10.1007/s13197-014-1265-2
- Çaklı, Ş. (2008).** *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi 2 (Alternatif Su Ürünleri İşleme Teknolojisi)* Ege Üni. Basımevi. Bornova İzmir. 77s.
- Çaklı, Ş. & Kılınç, B. (2004).** Kabuklu su ürünleri işleme artıklarının endüstriyel alanda değerlendirilmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **21**(1-2), 145-152.
- Çelikkol, I. (2011).** *Bazı Ön Uygulamaların ve Modifiye Atmosferde Paketleme (MAP)'nin Taze ve Tüketime Hazır (Fresh-Cut) Alphonse Lavallée Üzüm Çeşidinin Kalitesi Üzerine Etkileri*. Uludağ

- Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa-101s.
- Çolakoğlu, F.A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç. & Ormancı, H.B. (2006).** Çanakkale İli'ndeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, *23*(3), 387-392.
- Çorapçı, B. & Kocatepe, D. (2019).** Modifiye atmosfer (MA) paketlenmiş kırlangıç (*Chelidonicthys lucerna* Linnaeus, 1758) sotenin kalite özellikleri. *Gıda*, *44* (6), 1059-1070 DOI: [10.15237/gida.GD19093](https://doi.org/10.15237/gida.GD19093)
- Demirhan, B., (2012).** *Oksijen Tutucular Kullanılarak Modifiye Atmosferde Paketlenen Tavuk Etlerinde Kalite Değişimleri*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 162 s.
- Dursun, S., & Erkan, N. (2009).** Yenilebilir protein filmler ve su ürünlerinde kullanımı. *Journal of FisheriesSciences.com*, *23*(4), 352-373. DOI: [10.3153/jfscom.2009040](https://doi.org/10.3153/jfscom.2009040)
- Erdem, M.E., Koral, S. & Işdan, S. (2017).** The effect of different packaging methods on microbiological quality criteria and changes in biogenic amines of marinated shad (*Alosaimmaculata*, Bennett, 1838), *Journal of Agricultural Sciences*, *23*, 404-414.
- Erkan, N., Metin, S., Varlık, C., Baygar, T. & Özden, Ö., 2000.** Modifiye atmosferle paketlenmenin (map) paneli alabalık marinatlarının raf ömrü üzerine etkisi. *Turk J Vet Anim Sci.*, *24*, 585-591.
- Farber, J.M. (1991).** Copyrights International Association of Milk, Food and Environmental Sanitarians Microbiological Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology. *Journal of Food Protection*, *54*(1), 58-70.
- Göğüş, A.K. & Kolsarıcı, N. (1992).** *Su Ürünleri Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1243, Ders Kitabı: 358, Ankara, 261s.
- Gök, V. (2007).** Gıda Paketleme Sanayinde Akıllı Paketleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, *1*, 45-58.
- Gram, L. & Dalgaard, P. (2002).** Fish spoilage bacteria: problems and solutions. *Curr. Opin. Biotechnol.*, *13*, 262-266.
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan., W. & M. (2008).** Antioxidative activity and properties of fish skin gelatin films incorporated with BHT α -tocopherol. *Food Hydrocolloids*. *22*, 449-458.
- Huang, X., Xin, J. & Zhao, J. (2011).** A novel technique for rapid evaluation of fish freshness using colorimetric sensor array. *Journal of Food Engineering*, *105*(4), 632-637, DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2011.03.034](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.03.034)
- Karagöz, Ş. & Demirdöven, A. (2017).** Gıda ambalajlamada güncel uygulamalar: modifiye atmosfer, aktif, akıllı ve nanoteknolojik ambalajlama uygulamaları. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD)*, *6*(14), 9-21.
- Kester, J. & Fennema, O. (1986).** Edible films and coatings: A review. *Food Technology (USA)*.*40*(12), 47-59.
- Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C. O., Keskin, I., & Ceylan, A. (2016).** Effect of modified atmosphere packaging on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) mince. *Food Science and Technology International*, *22*(4), 343-352. DOI: [10.1177/1082013215601771](https://doi.org/10.1177/1082013215601771)
- Kocatepe, D. & Turan, H. (2011).** Su ürünlerinin muhafazasında modifiye atmosfer paketlenme teknolojisinin kullanımı. *Gıda*, *36*(4), 233-240.
- Kokangül, G. & Fenercioğlu, H. (2012).** Gıda endüstrisinde akıllı ambalaj kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, *7*(2), 31-43.
- Korkmaz, F. (2018).** Yenilebilir film/kaplamalar ve su ürünleri perspektifi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, *49*(1), 79-86.
- Mexis, S.F., Chouliara, E. & Kontominas, M.G. (2009).** Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 degrees C. *Food Microbiol.*, *26*(6), 598-605. DOI: [10.1016/j.fm](https://doi.org/10.1016/j.fm)
- Mohebi, E. & Marquez, L. (2015).** Intelligent packaging in meat industry: An overview of existing solutions. *Journal of food science and technology*, *52*(7), 3947-3964.
- Öcal, D. & Çakmak Karapınar, D. (2016).** Akıllı ambalajlama sistemlerinin tüketicilere yansımaları. *5. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu*, 04-05 Kasım 2016, İstanbul, Türkiye, 445-454
- Örüng, İ., Karaman, S. & Şirin, Ü. (2016).** Nevşehir yöresindeki doğal depoların modern depolarla karşılaştırılması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı* 9-18, DOI: [10.17100/nevbittek.210954](https://doi.org/10.17100/nevbittek.210954)
- Özden, Ö., Kruse, R. & Erkan, N. (2001).** A survey on residues of organochlorine pesticides, nitromusks and chlorobiphenyls in Turkish canned fish products. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, *108*, 159-163.
- Özoğul, Y., Özoğul, F. & Küley, (2006).** Modifiye edilmiş atmosfer paketlenmenin balık ve balık

- ürünlerine etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **23**(1-2), 193-200.
- Rajesh, R., Ravishankar, C.N. Srinivasa Gopal, T.K. & Varma P.R.G. (2002).** Effect of vacuum packaging and sodium acetate on the shelf life of seer fish during iced storage. *Packaging Technology and Science*, **15**(5),241-245.
- Randall, C.F., Bromage, N.R., Thrush, M.A. & Davies, B. (1991).** *Photoperiodism and melatonin rhythms in salmonid fish.* In: A.P. Scott, J.P. Sumpter, D.E. Kime & M.S. Rolfe (eds.), Proceedings from 4th International Symposium on Reproductive Physiology in Fish, Fish Symp 91, Sheffield, 136-138.
- Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Bonesi, M., Tundis, R., Menichini, F. & Picci, N. (2015).** Evaluation of fatty acids and biogenic amines profiles in mullet and tuna roe during six months of storage at 4 C. *Journal of Food Composition and Analysis*, **40**, 52-60.
- Turan, H. & Kocatepe, D. (2013).** Different MAP conditions to improve the shelf life of Sea bass. *Food Sci. Biotechnol.* **22**(6), 1589-1599. DOI: [10.1007/s10068-013-0255-x](https://doi.org/10.1007/s10068-013-0255-x)
- Sivertsvik, M., Rosnes, J.T. & Bergslien, H. (2002).** *Modified atmosphere packaging.* In: *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*, Ohlsson, T., Bengtsson, N. (ed.). CRC Press, Boston, New York Washington, DC, pp 61-86.
- Sürengil, G. & Kılınç, B. (2011).** Gıda ambalaj sektöründe nanoteknolojik uygulamalar ve su ürünleri açısından önemi. *Journal of Fisheries Sciences*, **5**(4), 317-325.
- Takma, D.K. & Nadeem, H.Ş. (2019).** Gıdalarda akıllı ambalajlama teknolojisi ve güncel uygulamalar. *GIDA*, **44**(1),131-142. DOI: [10.15237/gida.GD18106](https://doi.org/10.15237/gida.GD18106)
- Verrez-Bagnis, V., Ladrat, C., Morzel, M., Noel, J. & Fleurence, J. (2001).** Protein changes in post mortem sea bass (*Dicentrarchus labrax*) muscle monitored by one-and two-dimensional gel. *Electrophoresis*, **22**, 1539-1544
- Yılmaz, M., Ceylan, Z.G., Kocaman, M., Kaya, M. & Yılmaz, H. (2009).** The effect of vacuum and modified atmosphere packaging on growth of *Listeria* in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. *Journal of Muscle Foods*, **20**, 465-477.



Length-Weight Relationship for 14 Fish Species from the South-Western Black Sea, Turkey

Ahmet Mutlu GÖZLER* Hazel BAYTAŞOĞLU

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences, 53100 Rize, Turkey

Geliş/Received: 20 .12. 2021

Kabul/Accepted: 14.05. 2022

Yayın/Published: 30 .06. 2022

How to cite: Gözler, A.M. & Baytaşoğlu, H. (2022). Length-Weight Relationship for 14 Fish Species from the South-Western Black Sea, Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 138-144.

Atf yapmak için: Gözler, A.M. & Baytaşoğlu, H. (2022). Türkiye'nin Batı Karadeniz Kıyılarından 14 Balık Türü İçin Boy-Ağırlık İlişkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 138-144.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-0991-6395>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-9959-1829>

*Corresponding author:
Ahmet Mutlu GÖZLER
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of
Fisheries and Aquatic Sciences, 53100 Rize,
Turkey
✉: ahmet.gozler@erdogan.edu.tr

Abstract: In this study, the length-weight relationship (LWR) of 14 fish species including *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758), *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758), *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, *Gobius niger* Linnaeus, 1758, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758), *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915, *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758, *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758), *Sygnathus thyphle* Linnaeus, 1758, *Aphia minuta* (Risso, 1810), *Trachinus draco* Linnaeus, 1758, *Parablennius tentacularis* (Brünnich, 1768), *Callionymus risso* Lesueur 1814, *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810) caught from the western Black Sea coasts of Turkey was investigated. Sampling was carried out between 2017-2018 with a beam troll net with a span of 2 m. The sampling depth was between 10 m and 30 m. The minimum and maximum lengths and weights, length-weight relationships, a and b parameters and growth type (isometric or allometric) of the samples were determined. The b parameter of the length-weight relationship was determined between 2.58 and 3.586. A total of 3615 individuals belonging to 14 species were examined in the study. The most caught species were *M. barbatus* (1118 individuals) and *G. niger* (1077 individuals). The coefficient of determination r^2 value ranged from 0.79 (*T. trachurus*) to 0.99 (*S. hepatus*). It was determined that three species showed isometric growth, 4 species showed negative allometric growth and 7 species showed positive allometric growth.

Keywords: Fish, length-weight, western black sea.

Türkiye'nin Batı Karadeniz Kıyılarından 14 Balık Türü İçin Boy-Ağırlık İlişkisi

*Sorumlu yazar:
Ahmet Mutlu GÖZLER
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su
Ürünleri ve Su Bilimleri Fakültesi, 53100
Rize, Türkiye
✉: ahmet.gozler@erdogan.edu.tr

Öz: Bu çalışmada Batı Karadeniz kıyılarından yakalanan 14 balık türünün *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758), *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758), *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, *Gobius niger* Linnaeus, 1758, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758), *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915, *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758, *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758), *Sygnathus thyphle* Linnaeus, 1758, *Aphia minuta* (Risso, 1810), *Trachinus draco* Linnaeus, 1758, *Parablennius tentacularis* (Brünnich, 1768), *Callionymus risso* Lesueur 1814, *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810) boy-ağırlık ilişkisi belirlenmiştir. Örneklem 2017-2018 yılları arasında 2 m açıklığa sahip beam troll ağıyla yapılmıştır. Örneklem derinliği 10 m ile 30 m arasındadır. Örneklerin minimum ve maksimum boy ve ağırlıkları, boy-ağırlık ilişkileri, a ve b parametreleri ve büyüme tipi (izometrik veya allometrik) belirlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisinin b parametresi 2.58 ile 3.586 arasındadır. Çalışmada 14 türe ait toplam 3615 birey incelenmiştir. En çok yakalanan türler *M. barbatus* (1118 birey) ve *G. niger* (1077 birey) olmuştur. Belirleme katsayısı r^2 değeri 0.79 (*T. trachurus*) ile 0.99 (*S. hepatus*) arasında değişmektedir. Üç türün izometrik, 4 türün negatif allometrik ve 7 türün pozitif allometrik büyüme gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Balık, batı karadeniz, boy-ağırlık.

INTRODUCTION

The Black Sea is located between latitudes 40° 55'N to 46° 32'N and longitudes 27° 27'E to 41°42'E in the east-west, the Pontic Mountains to the south and the Caucasus Mountains to the northeast. Black sea with an average depth of 1240 m, is the world's largest anoxic basin (Degens & Ross 1974). It is reported among the most polluted seas in the world due to the fact that 23 countries directly or indirectly carry the pollution load, so does the discharge of wastes transported by ships (Göktepe, 2002). Uncontrolled industrial and domestic wastewater, climate change, and overfishing are important factors affecting Black Sea biodiversity (Borysova et al., 2005). The western Black Sea is the most important trawling shelf in Turkey (Kara, 1980). In the western part of the Black sea, fishing operations takes second place in the Turkish seas. Trawl fishing is prohibited in the Black Sea within 3 miles from the coast to the sea.

Length-weight relationship (LWR) is of great importance in fishery assessments (Goncalves et al., 1997). Length-weight relationships are also originally used to provide information on the condition of fish and may help determine whether somatic growth is isometric ($b=3$) or allometric (negative allometric: $b<3$ or positive allometric: $b>3$) (Ricker, 1973; Spiegel, 1991). These measurements can give information on the stock composition, life span, mortality, growth and production (Bolger & Connoly, 1989; Moutopoulos & Stergiou, 2002).

This study aims to provide data on the length-weight relationship for the 14 fish species captured by beam trawl from the coastal waters of the Western Black Sea. Examining the length-weight relationships is important for the conservation and management of fish in the Black Sea. It will contribute to the decisions to be taken for the Black Sea fisheries in the future.

MATERIAL AND METHOD

Study Area and Fish Sampling: Samples were collected from the Western Black Sea using beam trawl seasonally between 2017-2018 with 2 m aperture. Although beam trawling is prohibited in the sampling area, sampling was carried out with a special permission from the Ministry of Agriculture and Forestry. Study area and sampling points are given in Figure 1.

For sampling, the research vessel named R/V KARADENİZ RESEARCH was used. The depths of the surveys were ranged from 10 m up to 30 m. Samples were obtained by operating an experimental beam trawl (15 mm mesh size) at a constant speed of 1,7 knots. The samples were placed in large plastic containers and transported to the

laboratory. Species at each station were examined separately and species identifications were made based on morphological characteristics according to Whitehead, (1985). Coordinate and location information of the sampling points are given in Table 1.

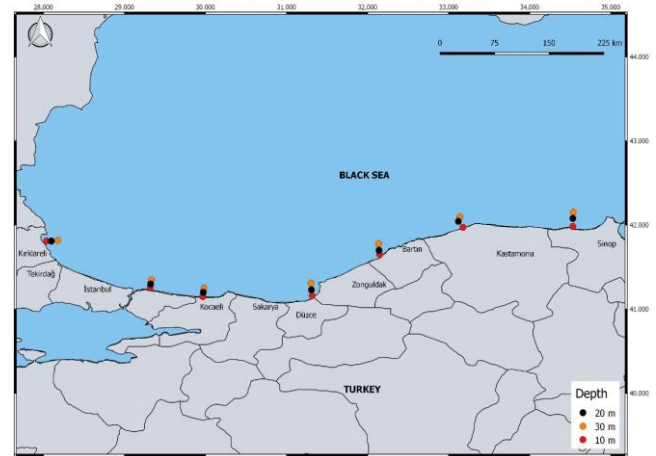


Figure 1. The map of sampling points

Table 1. GPS coordinates of stations the sampling point

Stations Code	Stations Name	Coordinates	Meters
B	Çaylıoğlu	41°58'223" N 34°31'601" E	10 m
		41°58'85" N 34°32'294" E	20 m
		41°58'718" N 34°31'286" E	30 m
D	Doğanyurt	41°57'816" N 33°10'72" E	10 m
		41°58'342" N 33°10'720" E	20 m
		42°1'358" N 33°19'860" E	30 m
F	Bartın İncekum	41°39'256" N 32°9'22" E	10 m
		41°38'70" N 32°8'131" E	20 m
		41°37'235" N 32°7'191" E	30 m
H	Alaplı	41°8'269" N 31°18'540" E	10 m
		41°9'341" N 31°19'523" E	20 m
		41°10'543" N 31°19'990" E	30 m
L	Barganlı	41°8'747" N 29°57'730" E	10 m
		41°9'62" N 29°59'297" E	20 m
		41°9'974" N 29°59'657" E	30 m
N	Riva	41°13'811" N 29°16'611" E	10 m
		40°14'263" N 29°17'349" E	20 m
		40°15'663" N 29°19'297" E	30 m
P	İğneada	41°53'29" N 28°0'949" E	10 m
		41°52'834" N 27°59'954" E	20 m
		41°50'682" N 28°0'929" E	30 m

Length- Weight Relationship (LWR): Fish were measured to the nearest cm (total length) and weight to the nearest g. The length and weight relationship of fish were calculated using the exponential relationship (Ricker, 1973) (Equation 1) using the least-squares method:

$$W=a \times TL^b$$

where W is the total weight, L is the total length, “a” is the intercept, and “b” is the slope. Comparison of the difference of slope value from b = 3 (isometric growth) for all species, Pauly’s t-test was applied (Pauly, 1984). Pauly’s t-test was calculated as:

$$t = \frac{Sd_{\log TL} |b-3|}{Sd_{\log W} \sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

where Sd logTL is the standard deviation of the log TL values, Sd logW is the standard deviation of the log W values, and n is the number of fish species used in the computation. The value of b is different from 3 if the t value is greater than the tabled t values for n-2 degrees of freedom (Pauly, 1984; Mazlum & Turan, 2018).

RESULTS AND DISCUSSION

In the present study, the length-weight relationships for 14 species including *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758), *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758), *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758, *Gobius niger* Linnaeus, 1758, *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758), *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915, *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758, *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758), *Sygnathus thypfle* Linnaeus, 1758, *Aphia minuta* (Risso, 1810), *Trachinus draco* Linnaeus, 1758, *Parablennius tentacularis* (Brünnich, 1768), *Callionymus risso* Lesueur 1814, *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810) were examined.

For each species, the sample size, length and weight ranges (minimum-maximum and average), parameters of length-weight relationships (*a* and *b*), 95% confidence intervals of *b* and the coefficient of determination (r^2) and growth type are given in Table 2. According to the results of this study, the “*a*” value ranged from 0.0006 to 0.049 while the “*b*” values varied between 2.58 and 3.586. The coefficients (r^2) ranged from 0.79 (*T. trachurus*) to 0.99 (*S. hepatus*). A total of 3615 individuals belonging to 14 species were used in the analysis. The most abundant species were *M. barbatus* (1118 ind.) and *G. niger* (1077 ind.). Concerning the type of growth, isometric growth in 3 species, negative allometry in 4 species, and positive allometry in 7 species were obtained.

Length-weight relationships for 14 species presented here were discussed deeply within previous studies (Table 3). The parameter b calculated in the present study found to be different compared to the previous studies (*M. merlangius*, *T. trachurus*, *A. kessleri*, *C. risso*, *P. tentacularis*, *T. draco*, *S. typhla*) (Table 2). In the remaining 7 fish species, b values were found to be in accordance with previous studies. These differences may be the result of sampling methods, selectivity of fishing gear or sample size.

M. merlangius, *T. trachurus*, *A. kessleri*, *M. barbatus*, *Uranoscopus scaber*, *Sygnathus thypfle*, *Aphia minuta*, *Trachinus draco*, *Callionymus risso*, *Pomatoschistus marmoratus*, species obtained in this study are compatible with the data of previous studies in different regions. It is seen that the length data of the *Gobius niger* species are higher than those stated in the literature, and the length and weight measurements of the *Scorpaena porcus* species are less. It is seen that while the weight measurements of the *Serranus hepatus* species are higher, the weight measurements of the *Parablennius tentacularis* species are less. It has been stated that the length-weight relationship may vary based on several parameters including the sampling sites, sampling method, salinity, sex, temperature, time of year as well as the stage of maturity (Karakulak et al. 2006; Ricker, 1973). In addition, excessive fishing pressure that exists on the coast of the Black Sea (Knudsen et al., 2010) may lead to pressure alteration in the length-weight relationship. The high fishing mortality brings some changes to the biology of the species, such as a decrease in total length and first sexual maturity length (Jennings et al., 1999).

ACKNOWLEDGEMENT

The fish used in the present study was sampled within the scope of Tubitak project (ID:116Y150) using its funding. Authors would like to thank Prof.Dr.Semih Engin for his help during identification of the fish species.

Table 2. Descriptive statistics of length-weight relationship of 14 fish species in the Western Black Sea, Turkey.

Species	n	Total Length (cm)		Total Weight (gr)		a	b	95%Confidence Interval b(±SE)	r ²	Pauly's t-test	P	
		Min-Max	Mean±SE	Min-Max	Mean±SE							
<i>Arnoglossus kessleri</i>	365	3.2-12.8	5.80±0.031	0.28-20.85	2.01±0.04	0.0091	3.0502	2.977-3.0122 (±0.037)	0.9101	1.36	> 0.05	Isometric
<i>Mullus barbatus</i>	1118	4.3-15.3	7.5±0.38	0.71-37.73	4.31±0.09	0.049	3.2945	3.2389-3.3499 (±0.0282)	0.924	10.41	<0.01	+ Allometric
<i>Gobius niger</i>	1077	2.9-286	7.4±0.050	0.18-31.63	3.28±0.1	0.0091	3.057	3.009-3.1054 (±0.0245)	0.9355	2.09	<0.05	+ Allometric
<i>Callionymus risso</i>	48	2.8-6.6	4.60±0.128	0.18-3.35	0.98±0.09	0.0048	3.4216	3.1325-3.7106 (±0.1436)	0.925	2.93	<0.05	- Allometric
<i>Parablennius tentacularis</i>	13	4.8-9.8	6.76±0.362	1.1-6	3.21±0.41	0.0218	2.58	2.093-3.066 (±0.2183)	0.987	2.02	<0.05	- Allometric
<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	44	3.0-7.8	4.50±0.1560	0.15-7.5	0.93±0.22	0.0079	2.8789	2.5579-3.1999 (±1.590)	0.8863	0.75	> 0.05	Isometric
<i>Trachinus draco</i>	53	5.6-21.5	10.69±0.4597	1.52-101.73	4.31±2.48	0.0174	2.6572	2.4523-2.8619 (±0.1020)	0.93	3.33	<0.001	- Allometric
<i>Uranoscopus scaber</i>	120	5.7-22.8	12.00±0.2267	1.63-178.45	31.4±2.40	0.0108	3.1501	2.990-3.309 (±0.0805)	0.9284	1.86	<0.05	+ Allometric
<i>Merlangius merlangus</i>	332	3.9-12.2	7.70±0.089	0.52-14.26	3.72±0.13	0.0082	2.9241	2.8530-2.9952 (±0.0179)	0.952	2.1	<0.05	+ Allometric
<i>Scorpaena porcus</i>	18	3.6-16.1	7.80±0.8202	0.83-82.50	16.74±4.64	0.0182	3.0783	2.7477-3.409 (±0.156)	0.9605	4.95	<0.001	+ Allometric
<i>Serranus hepatus</i>	9	4.5-25.2	7.00±2.59	1.44-220.05	118.75±29.36	0.0136	3.0496	2.8467-3.2525 (±0.085)	0.9944	0.47	>0.05	Isometric
<i>Syngnathus typhle</i>	9	13.0-30.5	25.4±4.81	0.53-13.75	7.83±1.23	0.0006	3.5845	2.9683-4.2005 (±0.2605)	0.9643	29.96	<0.001	+ Allometric
<i>Aphia minuta</i>	14	3.3-4.9	4.3±0.1187	0.15-0.69	0.40±0.03	0.0021	3.586	2.9768-4.1951 (±0.279)	0.932	28.92	<0.001	+ Allometric
<i>Trachurus trachurus</i>	395	4.9-12.5	8.4087±0.03757	0.81-16.7	4.68±0.07	0.0143	2.7068	2.57204-2.8415 (±0.0068)	0.7987	39.24	<0.001	- Allometric

Table 3. Previous literature indicating the result of length-weight relationship for fish species in different area.

Species	L (min-max)	W (min-max)	n	a	b	r ²	Area	References
<i>Merlangius merlangus</i>	7.5-23.4	3.7-113.8	1891(C)	0.010	2.90	0.93	Central Black Sea	Samsun et al., (2017)
	8.8-22.7	4.18-79.69	480(F)	0.007	3.01	0.96	Middle Black Sea	Kalaycı et al., (2007)
	8.1-22.4(E)	3.53-65.43	400(M)	0.084	2.93	0.94	Middle Black Sea	Kalaycı et al., (2007)
	7.8-22.7	2.67-76.28	318(C)	0.006	3.01	0.96	Western black sea	Türker & Bal., (2018)
	6.40-24.02	1.75-106.07	1287(C)	0.0058	3.07	0.96	Marmara denizi	Daban et al., (2020)
	5.7-24.9	1.13-111.49	1444(C)	0.0063	3.04	0.97	Eastern Black Sea	Onay & Dalgıç (2021)
<i>Trachurus trachurus</i>	3.9-12.2	0.52-14.26	332	0.0082	2.9241	0.9284	Western Black Sea	Present study
	6-15.7	1.75-44.32	267(C)	0.004	3.24	0.94	Eastern Black Sea	Ak et al., (2009)
	11.5-18.3	12.19-47.38	358(F)	0.0095	2.9467	0.94	Eastern Black Sea	Ak et al., (2009)
	10.3-17.8	9.47-45.48	383(M)	0.0079	3.0128	0.96	Middle Black Sea	Kalaycı et al., (2007)
	8.0-16.6	3.03-38.3	489(C)	0.0056	3.12	0.98	Western Black Sea	Türker & Bal (2018)
	7.80-18.10	3.79-50.01	286(C)	0.0102	2.90	0.91	Marmara Sea	Daban et al., (2020)
<i>Mullus barbatus</i>	4.9-12.5	0.81-16.7	395	0.0143	2.7068	0.7987	Western Black Sea	Present study
	8.7-18.4	6.32-60.16	86 (F)	0.009	3.02	0.98	Middle Black Sea	Kalaycı et al., (2007)
	9.1-16.1	7.32-41.85	75(M)	0.013	2.89	0.98	Middle Black Sea	Kalaycı et al., (2007)
	9.0-18.4	7.97-71.29	663(C)	0.004	3.36	0.92	Western Black Sea	Türker & Bal, (2018)
	7.90-20.20	5.54-83.77	44(C)	0.0149	2.87	0.89	Marmara Sea	Daban et al., (2020)
	5.2-23.6	1.15-129.21	2930(C)	0.005	3.23	0.98	Eastern Black Sea	Onay & Dalgıç, (2021)
<i>Gobius niger</i>	6.8	14.6	432(C)	0.0051	3.24	0.97	Eastern Black Sea	Demirhan & Can, (2007)
	4.3-15.3	0.71-37.73	1118	0.049	3.2945	0.924	Western Black Sea	Present Study
	5.6-15.7	1.69-45.0	208(C)	0.009	3.04	0.88	Eastern Black Sea	Ak et al., (2009)
	8.0-24.8	5.37-165.7	122 (F)	0.015	2.89	0.96	Eastern Black Sea	Ak et al., (2009)
	9.0-25.3	8.18-168.7	105(M)	0.017	2.84	0.96	Middle Black Sea	Kalaycı et al., (2007)
	6.20-14.20	2.85-36.25	331(C)	0.0095	3.08	0.90	Marmara Sea	Daban et al., (2020)
<i>Scorpaena porcus</i>	5.7-13.5	1.91-24.78	427(C)	0.0112	2.97	0.93	Eastern Black Sea	Onay & Dalgıç, (2021)
	2.9-286	0.18-31.63	1077	0.0091	3.057	0.9355	Western Black Sea	Present Study
	9.3-29.2	14.4-508	71(F)	0.017	3.02	0.98	Middle Black Sea	Kalaycı et al., (2007)
	8.5-20.8	13.00-172	65(M)	0.016	3.05	0.98	Middle Black Sea	Kalaycı et al., (2007)
	5.0-34.2	2.1-406.1	351(C)	0.009	3.27	0.88	Eastern Black Sea	Ak et al., (2009)
	5.4-25.5	3.4-305.56	32(C)	0.032	2.84	0.96	Western Black Sea	Türker & Bal, (2018)
<i>Scorpaena porcus</i>	5.5-25.9	3.03-49.58	219(C)	0.014	3.11	0.99	Eastern Black Sea	Onay & Dalgıç, (2021)
	4.6	4.6	17.5(C)	0.012	3.19	0.94	Eastern Black Sea	Demirhan & Can, (2007)
	3.8-23.8	1.01-335.12	316(C)	0.015	3.10	0.97	Middle Black Sea	Samsun & Erdoğan Sağlam, (2018)
	3.6-16.1	0.83-82.50	18	0.0182	2.98	0.93	Middle Black Sea	Samsun & Erdoğan Sağlam, (2018)
	3.6-16.1	0.83-82.50	18	0.0182	3.0783	0.9605	Western Black Sea	Present Study

<i>Arnoglossus kessleri</i>	5.2-8.9		32(C)	0.0017	2.68	0.86		Türker Çakır et al., (2008)
	6.0-8.9		76(C)	0.0179	2.60	0.87		Bayhan et al., (2008)
	4.3-9.8	1.2-8.94	60(C)	0.021	2.98	0.72	Eastern Black Sea	Ak et al., (2009)
	2.0-7.6		682(C)	0.008	3.00	0.916		Bilgin & Onay, (2019)
	4.90-13.00	0.79-20.43	917(C)	0.0081	2.92	0.85	Marmara Sea	Daban et al., (2020)
	3.2-12.8		365	0.0091	3.0502	0.9101	Western Black Sea	Present Study
<i>Uranoscopus scaber</i>	1.8-56.4	1.01-551.51	620(C)	0.008	3.22	0.81	Eastern Black Sea	Ak et al., (2009)
	9.1-20.8	10.81-147.85	244(M)	0.014	3.05			
	7.3-25.5	6.03-326.66	271(F)	0.009	3.20	0.96	Eeastern Black Sea	Yeşilçipek et al., (2015)
	9.20-21.00	13.30-176.83	22(C)	0.0133	3.12	0.98	Marmara Sea	Daban et al., (2020)
	4.8-24.2	2.31-263.45	264(C)	0.017	2.96	0.97	Eastern Black Sea	Onay & Dalgıç, (2021)
	6.6-25.5	4.28-312.65	189 (C)	0.009	3.21	0.98	Western Black Sea	Türker & Bal, (2018)
	5.3-21.8	-	45 (F)	0.014	3.07	0.98	Southeastern Black Sea	Demirhan & Can, (2007)
5.7-15.2		22(M)	0.014	3.09	0.97			
5.7-22.8	1.63-178.45	120	0.0108	3.1501	0.9284	Western Black Sea	Present study	
<i>Serranus hepatus</i>	3.9-12.3	-	2410(C)	0.013	3.11	0.96	İzmir Bay	Soykan et al., (2013)
	5.2-11.7	1.89-24.97	603(C)	0.015	2.99	0.97	İzmir Bay	Bilecenoğlu, (2009)
	2.4-10.5	0.25-22.05	584(C)	0.016	3.02	0.97	Northeastern mediterranean	Çiçek et al., (2006)
	6.0-11.1		204(C)	0.009	3.22	0.95	İzmir Bay	Gürkan & Bayhan, (2010)
	4.5-25.2	1.44-220.05	9	0.0136	3.0496	0.9944	Western Black Sea	Present Study
<i>Syngnathus thyphe</i>	40-258	0.01-8.2	125(C)	3E-07	2.42	0.96	İzmir bay	Gürkan & Taşkavak, (2007)
	1.61-22.7	0.08-3.48	61(C)	0.0004	2.98	0.86	Aegean Sea	Gürkan et al., (2020)
	5.4-28.6	0.05-8.95	70(C)	0	2985	0.97	Gökçeada Island	Altın et al., (2015)
	13.0-30.5	0.53-13.75	9	0.0006	3.5845	0.9643	Western Black Sea	Present Study
<i>Aphia minuta</i>	2.9-5.8	0.11-1.81	308(C)	0.0025	3.49	0.82	Southeastern Black Sea	Van et al., (2019)
	3.3-4.9	0.15-0.69	14	0.0021	3.586	0.932	Western Black Sea	Present study
<i>Trachinus draco</i>	5.0-35.0	1.01-549.2	338(C)	0.004	3.43	0.884	Eastern Black Sea	Ak et al., (2009)
	9.5-22.5	5.34-75.84	319 (M)	0.0079	2.95	0.93		
	10-25.8	6.96-131.76	306 (F)	0.0064	3.03	0.96	Eastern Black Sea	Ak & Genç, (2013)
	5.6-21.5	1.52-101.73	53	0.0174	2.6572	0.93	Western Black Sea	Present Study
<i>Parablennius tentacularis</i>	1.40-14.50	15.84-41.46	2	-	-	-	-	Kasapoğlu & Düzgüneş, (2014)
	7.1-11.6		72	0.01370	2.763	0.979	Southern Aegean Sea	Bilge et al., (2014)
	3.5-10		64	0.0072	3.125	0.973	Erdek Bay,Sea of Marmara	Keskin & Gaygusuz, (2010)
	9.5-22.5	5.34-75.84						Ak & Genç, (2013)
	10-25.8	6.96-131.7						
4.8-9.8	1.1-6	13	0.0218	2.58	0.987	Western Black Sea	Present Study	
<i>Callionymus risso</i>	11.6 - 18.2	10.13-38.60	15	0.00790	2.929	0.99	Northern Sea of Marmara	Bok et al., (2011)
	3.5-7.4		43 M	0.00820	2.844	0.931	Southern Aegean Sea,	Bilge et al., (2014)
	3.2-7.0		13	0.01370	2.705	0.938	Erdek Bay,Sea of Marmara	Keskin & Gaygusuz, (2010)
	2.8-6.6	0.18-3.35	48	0.0048	3.4216	0.925	Western Black Sea	Present Study
<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	3.7-9.0		71	0.0004	2.522	0.721	Erdek Bay,Sea of Marmara	Keskin & Gaygusuz, (2010)
	2.5-6.5	0.11-1.81	553	0.00566	3.0931	0.93	Southeastern Black Sea	Van et al., (2019)
	4.9-7.1	1.05-7.1	13	0.00050	3.3286	0.917	Western Black Sea	Yildiz et al., (2018)
	3.0-7.8	0.15-7.5	44	0.0079	2.8789	0.8863	Western Black Se	Present Study

REFERENCES

- Ak, O. & Genç, Y. (2013).** Growth and reproduction of the greater weever (*Trachinus draco* L., 1758) along the Eastern coast of the Black Sea. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **19**, 95-110.
- Ak, O., Kutlu, S. & Aydın, İ. (2009).** Length-weight relationship for 16 fish species from the Eastern Black Sea. Turkey. *Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **9**, 125-126.
- Altın, A., Ayyıldız, H., Kale, S. & Alver, C. (2015).** Length-weight relationships of forty-nine fish species from shallow waters of Gökçeada Island Northern Aegean Sea Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **39**(5), 971-975.
- Bilecenoğlu, M. (2009).** Growth and feeding habits of the brown comber *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758) in Izmir Bay, Aegean Sea. *Acta Adriatica*, **50**(1), 105-110.
- Bilge, G., Yapıcı, S., Filiz, H. & Cerim, H. (2014).** Weight-length relationships for 103 fish species from the southern Aegean sea, Turkey. *Acta Ichthyologica Piscatoria*, **44**(3), 263-269.
- Bok, T.D., Gokturk, S.D., Kahraman, A.D., Alicli, T.Z., Acun, T. & Ateş, C. (2011).** Length-weight relationships of 34 fish species from the Sea of Marmara. Turkey. *Journal of Animal Veterinary Advances*, **10**(23), 3037-3042.
- Bolger, T. & Connolly, P.L. (1989).** The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, **34**, 171-182.
- Borysova, O., Kondakov, A., Paleari, S., Rautalahti Miettinen, E., Stolberg, F. & Daler, D. (2005).** Eutrophication in the Black Sea region; Impact assessment and Causal chain analysis. University of Kalmar. Kalmar. Sweden.
- Bayhan, B., Sever, T.M. & Taşkavak, E. (2008).** "Length-weight relationships of seven flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes) from Aegean Sea," *Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **8**, 377-379.
- Bilgin, S & Onay, H. (2019).** Weight-Length relationships (WLRs) of Scaldback *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915 (Pleuronectiformes: Bothidae), Caught by Beam Trawl in the Southeastern Black Sea (Rize, Turkey), *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, **4**(3), 354-358.
- Cicek, E., Avsar, D., Yeldan, H. & Özütoğ, M. (2006).** Length-weight relationships for 31 teleost fishes caught by bottom trawl net in the Babadillimani Bight (northeastern Mediterranean). *Journal of Applied Ichthyology*, **22**, 290-292.
- Daban, İ.B., Arslan İhsanoğlu, M. İşmen, A. & İnceoğlu, H. (2020).** Length-Weight Relationships of 17 Teleost Fishes in the Marmara Sea. Turkey. *KSÜ Tarım & Doğa Dergisi*. **23**(5), 1245-1256
- Degens, E.T. & Ross, D.A. (Eds) (1974).** The Black Sea Geology. Chemistry and Biology. Amer. Assoc. of Petroleum Geologists. Tulsa. Oklahoma. 633 pp.
- Demirhan, S.A. & Can, M.F. (2007).** Length-weight relationships for seven fish species from the Southeastern Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, **23**, 282-283. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2007.00835.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00835.x)
- Göktepe, B.G. (2002).** The Black Sea one decade after the Bucharest Convention an overview of the international activities in the Black sea Region. *Turkish Journal of Marine Sciences* **8**, 41-64.
- Goncalves, J. M. S., Bentes, L., Lino, P. G., Ribeiro, J., Canario, A. V., & Erzini, K. (1997).** Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fisheries Research*, **30**(3), 253-256.
- Gürkan, Ş. & Bayhan, B. (2010).** İzmir Körfezi (Ege Denizi)'nde benekli hanıbalığı *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758)'nın biyometrik özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* **6**(1), 14-19 (in Turkish).
- Gürkan, Ş., & Taskavak, E. (2007).** Length-Weight Relationships For Syngnathid Fishes of The Aegean Sea, Turkey. *Belgian Journal of Zoology*, **137** (2), 219-222
- Gürkan, S., Bayhan, B., Akcinar, S. C., & Taskavak, E. (2010).** Length-Weight Relationship of Fish from Shallow Waters of Candarli Bay (North Aegean Sea, Turkey). *Pakistan Journal of Zoology*, **42**(4), 495-498
- Jennings, S., Greenstreet, S.P.R. & Reynolds, J.D. (1999).** Structural change in an exploited fish community: A consequence of differential fishing effects on species with contrasting life histories. *Journal of Animal Ecology*, **68**(3), 617-627.
- Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S. & Samsun, O. (2007).** Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea. Turkey. *Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. **7**, 33-36.
- Kara, Ö.F. (1980).** Fishery potential of Black Sea and Fish catching possibility in the region. Bank for the Development of Industry of Turkey. No. 32
- Karakulak, F. S., Erk, H. & Bilgin, B. (2006).** Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the Northern Aegean Sea (Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, **22**, 274-278.
- Kasapoğlu, N. & Düzgüneş, E. (2014).** Length-weight relationships of marine species caught by five gears from the Black Sea. *Mediterranean Marine Science*. **15**(1), 95-100. DOI: [10.12681/mms.463](https://doi.org/10.12681/mms.463)
- Keskin, Ç. & Gaygusuz, Ö. (2010).** Length-weight relationships of fishes in shallow waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey). *IUFES Journal of Biology*, **69**(2), 87-94.
- Knudsen, S., Zengin, M. & Koçak, M.H. (2010).** Identifying drivers for fishing pressure. A multidisciplinary study of trawl and sea snail

- fisheries in Samsun. Black Sea coast of Turkey. *Ocean & Coastal Management*, **53**(5-6), 252-269.
- Mazlum, R.E. & Turan, D. (2018).** Length-weight relationship for twelve species of the genus *Salmo* L., 1758 (Actinopterygii: Salmonidae) from inland waters of Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, **70**(3), 407-413.
- Moutopoulos, D.K. & Stergiou, K.I. (2002).** Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, **18**, 200-203.
- Onay, H. & Dalgıç, G. (2021).** Length-weight relationships for fourteen fish species collected by bottom trawl from the Eastern Black Sea coast. Turkey. *Marine Science & Technology Bulletin*, **10**, 4, 326-332
- Pauly, D. (1984).** Fish population dynamics in tropical water: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Studies & Reviews*, **8**.
- Ricker, W.E. (1973).** Linear regressions in fishery research. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **30**, 409-434.
- Samsun, O., Akyol, O., Ceyhan, T. & Erdem, Y. (2017).** Length-weight relationships for 11 fish species from the Central Black Sea. Turkey. *Ege Journal of Fisheries & Aquatic sciences*. **34**(4), 455-458.
- Samsun, S. & Erdoğan Sağlam, N. (2018).** Age and Growth of Scorpion Fish (*Scorpaena porcus*. Linnaeus 1758) from The Southeastern Black Sea (Turkey). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **35**(3), 278-285.
- Soykan, O., İlkyaz, A.T., Metin, G & Kınacıgil, H.T. (2013).** Growth and reproduction of brown comber (*Serranus hepatus* Linnaeus. 1758) in the central Aegean Sea. Turkey. *Turkish Journal Of Zoology*, **37**, 211-217.
- Spiegel, M.R. (1991).** Theorite et applications de la statistique. McGraw-Hill. Paris. 358 pp.
- Türker, D & Bal, H. (2018).** Length-weight relationships of 13 fish species from the western Black Sea (Zonguldak-Amasra). Turkey. *Journal of the Black Sea/ Mediterranean Environment*. **24**(2), 115-127.
- Türker Çakır, D., Akalın, S., Ünlüoğlu, A., Bayhan, B. & Hoşsucu, B. (2003).** The flatfish species in Edremit Bay and length-weight relationships for three of them *Citharus inguatula* (Linnaeus, 1758), *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792), *Arnoglossus kessleri* (Schmidt, 1915),” *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **20**(3-4), 529-536.
- Van, A., Gümüş, A., Süer, S. (2019).** Length-Weight Relationships and Condition Factors of 15 Fish Species from Kizilirmak-Yesilirmak Shelf Area, the Southeastern Black Sea. *Natural & Engineering Sciences*, **4**(1), 21-27.
- Whitehead, P.J.P. (1985).** FAO Species Catalogue Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (suborder Clupeoidei), An annotated and illustrated catalogue of the herrings sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings, FAO Fish. Synop. 125(7/1):1-303. Rome
- Yıldız, T., Zengin, M., Uzer, U., Akpınar, I.O., & Karakulak, F.S. (2018).** Length-weight relationships for 24 fish species collected from the western Black Sea (Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, **59**, 159-165. DOI: [10.21411/CBM.A.39436D](https://doi.org/10.21411/CBM.A.39436D)
- Yeşilçiçek, T., Kalaycı, F. & Şahin, C. (2015).** Length-weight relationships of 10 fish species from the southern Black Sea. Turkey. *Journal of Fisheries Sciences*, **9**(1), 19-23



Sucul Hayvanlarında ve Su Ürünlerinde SARS-CoV-2 (COVID-19) Varlığı: Derleme

Nihed AJMI Muhammed DUMAN*

Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Su Ürünleri Hastalıkları Anabilim Dalı, Bursa 16059, Türkiye

Geliş Tarihi: 25.01.2022

Kabul Tarihi: 18.05.2022

Basım Tarihi: 30.06.2022

Atıf yapmak için: Ajmi, N. & Duman, M. (2022). Sucul Hayvanlarında ve Su Ürünlerinde SARS-CoV-2 (COVID-19) Varlığı: Derleme. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 145-155.

How to cite: Ajmi, N. & Duman, M. (2022). Existence of Severe Acute Respiratory Syndrome causing Coronavirus-2 (COVID-19) on Aquatic Animals and Aquatic Products: A Review. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 145-155.

*ID: <https://orcid.org/0000-0001-7707-2705>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-5368-4819>

*Sorumlu yazarın:
Muhammed DUMAN
Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Su Ürünleri Hastalıkları Anabilim Dalı, Bursa
16059, Türkiye.
✉: mduman@uludag.edu.tr

Öz: Tarihte çok sayıda pandemik hastalık ortaya çıkmış ve bu hastalıklar milyonlarca insanda hastalık ya da ölümlere yol açmıştır. Özellikle tarihe damga vuran pandemiler içerisinde kara ölüm (black death) olarak bilinen veba dünya nüfusunun % 17-54'ünün ölümüne yol açması ile kayıtlara geçmiştir. Tarihteki salgınlara benzer olarak 2019 yılında ortaya çıkan ve koronavirüs ailesine ait olan SARS CoV-2 virüsünün salgın oluşturması ve pandemik bir enfeksiyona dönüşmesi ile birlikte 483 milyondan fazla insanda virüs tespit edilmiş ve 6,1 milyondan fazla insanın ölümüne neden olmuştur. Ortaya çıkan bu büyük salgın halen daha etkilerini devam ettirirken başta vizon (*Neovison vison*) olmak üzere köpek, kedi gibi evcil hayvanlarda da pozitif vakalar olduğu bildirilmiştir. Özellikle Danimarka, Hollanda ve Finlandiya gibi ülkelerde COVID-19 pozitif çıkan hayvanlar itilaf edilmektedir. Önceki pandemik salgınlardan farklı olarak COVID-19 pandemisi daha geniş coğrafyalara dağılmış ve çok sayıda hayvan türünü etkilediği bildirilmiştir. SARS-CoV-2'nin ilk olarak yarasalardan insanlara geçtiğine dair raporlar bulunması ile birlikte etken zoonotik olarak kabul edilmiştir ancak yarasalar dışında diğer hayvanlardan insanlara geçişi konusunda tam olarak bir bulaşma yolu gösterilmemiştir. İnsanlar arasında başta solunum yolu ile bulaşma gösteren virüsün hem evcil hayvanlardan hem de tüketilebilir gıdalardan insanlara geçişi konusunda büyük bir risk olmadığı bildirilmektedir. Karasal hayvanlarda çok sayıda rapor olmasına rağmen sucul hayvanlarda veya akuatik çevrede SARS-CoV-2'nin varlığı ve sucul hayvanlarda COVID-19 bulaşı konusunda halen daha belirsizlikler bulunmaktadır. Bu çalışmada SARS-CoV-2'nin akuatik ortamda canlılığı, sucul ekosisteme ve su hayvanlarına geçişi ve dolayısıyla su ya da su ürünleri yoluyla insanlara oluşturacağı riskler derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Akuakültürde koronavirüs, Balıklarda koronavirüs, Su Ürünlerinde nCOVID-19.

Existence of Severe Acute Respiratory Syndrome causing Coronavirus-2 (COVID-19) on Aquatic Animals and Aquatic Products: A Review

Abstract: Many pandemic diseases have emerged in the history and millions of people affected from these diseases. Among the marked pandemics in history, the plague, known as the black death, was recorded to cause the death of 17-54% of the world population. Similar to previous pandemics, as the SARS CoV-2, which emerged in 2019 and belonged to the coronavirus family, caused an epidemic and turned into a pandemic infection, positive cases were detected in more than 483 million people, and more than 6.1 million people died. While this emerging epidemic is still continuing its effects, it has been determined that there are positive cases in pets such as dogs and cats, especially in mink (*Neovison vison*). Especially in Denmark, Netherlands and Finland, positive animals for COVID-19 were accepted. Unlike the pandemic until today, the COVID-19 has spread to broader geographies and affected many animal species. With the reports that the SARS-CoV-2 - was first transmitted from bats to humans, this viral agent has been accepted as zoonotic, but a complete transmission route has not been shown for its transmission from other animals to humans except bats. It is reported that there is no significant risk of transmission of the virus, which is transmitted primarily by the respiratory route, from both pets and edible foods to humans. Although there are many reports in terrestrial animals, studies on the presence of SARS-CoV-2 - in aquatic animals or aquatic environments and COVID-19 transmission in aquatic animals have doubts. Here we reviewed the viability of the SARS-CoV-2 - in the aquatic environment, transmission to the aquatic ecosystem and aquatic animals, and therefore the risks to humans through water or aquatic products.

*Corresponding author:
Muhammed DUMAN
Bursa Uludağ University, Faculty of Veterinary
Medicine, Department of Fisheries Diseases,
Bursa 16059, Turkey
✉: mduman@uludag.edu.tr

Keywords: Coronavirus in Aquaculture, Coronavirus in Fish, nCOVID-19 in Aquatic products.

GİRİŞ

Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19), günümüzde akut solunum yolu sendromuna neden olan ve 1918 yılındaki influenza pandemiden sonra dünya çapında hızla yayılan en önemli küresel salgın haline gelmiştir (CDC, 2021). Yapılan çalışmalar virüsün enfekte damlacıklar ve aerosoller yoluyla bulaştığını gösterse de, virüsün semptomatik ve asemptomatik enfekte hastaların dışkılarında ve atık sularda bulunması, etkenin fekal-oral yolla bulaşma olasılığına dikkat çekmiştir (Polo vd. 2021).

COVID-19 pozitif insanlarla yakın ilişkili evcil hayvanlar, çevresel kontaminasyon veya insan-hayvan etkileşimleri yoluyla virüse maruz kalmaktadır. Çalışmalar COVID-19'un Çin'in Wuhan kentindeki canlı bir hayvan ve deniz ürünleri pazarından kaynaklandığını göstermesi nedeniyle, gıda olarak kullanılan su hayvanlarının -COVID-19'un bulaş kaynağı olduğu konusunda belirsizlikler mevcuttur (Zhou vd., 2020).

Su ürünleri, özellikle virüsle enfekte olan insanlar tarafından ele alındığında, diğer yüzeyler gibi SARS-CoV-2 ile kontamine olabilmektedir. Bu hayvanlar arasında kemikli balıklar (sazan, yayın balığı, somon, vb.), kabuklular (yengeç, karides vb.), yumuşakçalar (istiridye vb.) ve amfibiler (kurbağa) önemli risk grubu içerisinde yer almaktadır (Bondad-Reantaso vd., 2020). COVID-19 salgını, su hayvanlarını gelir kaynağı olarak kullanan ve/veya ortalama yıllık su ürünleri tüketimi yüksek olan toplumlar için (Grönland, Norveç ve Portekiz gibi) geçim kaynaklarını, gıda güvenliğini ve beslenmeyi direkt etkileyebilmektedir (Bondad-Reantaso vd., 2020).

Virüsün veya genetik materyalinin su hayvanları veya çift kabuklu yumuşakçalarla teması dahil olmak üzere potansiyel çevresel bulaşın yanı sıra gıda niteliğinde olan su ürünlerine insan müdahaleleri de ele alınması gereken önemli konulardır. SARS-CoV-2 su hayvanlarında ve balıkçılık ürünlerinde varlığının ve yaygınlığının tespiti konusunda oldukça sınırlı bilgi bulunmaktadır ve insan sağlığı açısından kontaminasyon riski henüz açıklığa kavuşturulamamıştır (Polo vd., 2021). Bu çalışmamızda 2020 yılı sonrasında dünyayı etkisi altına alan ve dünyada 6,1 milyondan fazla insanın ölümüne neden olan SARS-CoV-2'nin su ürünlerinde varlığı ve insan sağlığına etkileri konusunda Scopus, Web of Science ve PubMed'de taranan son üç yıldaki güncel literatürler olmak üzere ayrıca Koronavirüs hakkında detaylı literatür incelemesi ele alınmıştır.

SUCUL-GIDA KAYNAKLI VİRÜSLERİN

Gıda Kaynaklı Akuatik Virüsler: Diğer tüm canlı organizmalar gibi, balıklar da virüsler tarafından enfekte/kontamine olabilmektedir. Ağırıklık olarak balık

patojenleri olarak tanımlanan bu virüsler arasında rabdovirüsler, birnavirüsler, herpesvirüsler, iridovirüsler, reovirüsler, ortomiksovirüsler ve retrovirüsler bulunur (Bondad-Reantaso vd., 2020). Bu virüsler genellikle kontamine gıdaların tüketimi yoluyla insanlara üç ana yoldan bulaşabilmektedir: (1) Enfekte personellerin gıda ürünleri kontamine etmesiyle, (2) Hayvanların enfekte vücut sıvılarının gıda ürünlerle teması (zoonotik bulaşma), veya ortam havasında bulunan virüs partiküllerinin gıda ürünleri kontamine etmesi (3) Enfekte hayvanlardan elde edilen gıda ürünlerin tüketime sunulmasıdır (zoonotik bulaşma) (Koopmans & Duizer, 2004; Godoy vd. 2021).

Su hayvanları virüslerinin (Tablo 1), birincil replikasyon mekanizmaları ve enfeksiyöz süreçleri, sıcakkanlı omurgalılarıinkiyle benzerlik göstermektedir (Kim & Leong, 1999).

Tablo 1. Su hayvanlarının başlıca virüsleri (OIE, 2020; Bondad-Reantaso vd., 2020)

Table 1. Main viruses of aquatic animals (OIE, 2020; Bondad-Reantaso vd., 2020)

Kemikli balıklarının virüsleri	Cins
Carp edema virüs (CEV)*	<i>Poxviridae ailesi</i>
Channel catfish virüs (CCV)	<i>Ictalurivirus</i>
Epizootic haematopoietic necrosis virüs (EHNV)	<i>Ranavirus</i>
Grouper iridovirüs (GIV)*	<i>Ranavirus</i>
Infectious pancreatic necrosis virüs (IPNV)	<i>Aquabimavirus</i>
Infectious haematopoietic necrosis virüs (IHNV)	<i>Novirhabdovirus</i>
Infectious salmon anaemia virüs (ISAV)	<i>Isavirus</i>
Infectious spleen and kidney virüs (ISKNV)	<i>Megalocytivirus</i>
Koi herpesvirüs (KHV)	<i>Cyprinivirus</i>
Salmonid alphavirüs (SAV)	<i>Alphavirus</i>
Spring viraemia of carp (SVC)	<i>Sprivirus</i>
Tilapia lake virüs (TiLV)*	<i>Tilapinevirus</i>
Viral nervous necrosis (VNN)*	<i>Betanodavirus</i>
Eklem bacaklı hayvanların virüsleri	
Covert mortality nodavirus (CMNV)*	<i>Nodaviridae ailesi</i>
Decapod iridescent virüs 1 (DIV1)*	<i>Decapodiridovirus</i>
Infectious hypodermal and haematopoietic necrosis virüs (IHHNV)	<i>Pestylidensovirus</i>
Infectious myonecrosis virüs (IMNV)	<i>Totiviridae ailesi</i>
Macrobrachium rosenbergii nodavirus (MrNV)	<i>Nodaviridae ailesi</i>
Taura syndrome virüs (TSV)	<i>Aparavirus</i>
White spot syndrome virüs (WSSV)	<i>Whispovirus</i>
Yellow head virüs (YHV)	<i>Okavirus</i>
Çift kabuklu hayvanların virüsleri	
Ostreid herpesvirüs 1 (OSHV-1)*	<i>Ostreavirus</i>
Abalone herpesvirüs (AbHV)	<i>Aurivirus</i>

Şimdiye kadar, balıkları enfekte eden virüslerin insan sağlığı için risk oluşturmadığı bildirilmiş olsa da bu konuda yeterli sayıda çalışma yapılmamış olması halen daha su ürünleri ya da su hayvanları yoluyla viral enfeksiyonların ve Koronavirüs'ün önemini saklı tutmaktadır (Boylan, 2011).

CORONAVİRÜS

Akuatik Hayvanlarda Koronavirüsler: *Coronaviridae* ailesinin üyeleri evrimsel olarak birbirleri ile yakın ilişki göstermektedirler ve beşeri ve veteriner hekimlikte *Coronaviridae* aile ve üyeleri önemli bir rol olduğu bilinmektedir. *Coronaviridae* ailesi *Nidovirales* takımına aittir ve *Letovirinae*, *Orthocoronavirinae* ve *Pitovirinae* olarak üç alt aileye ayrılır (ICTV, 2021).

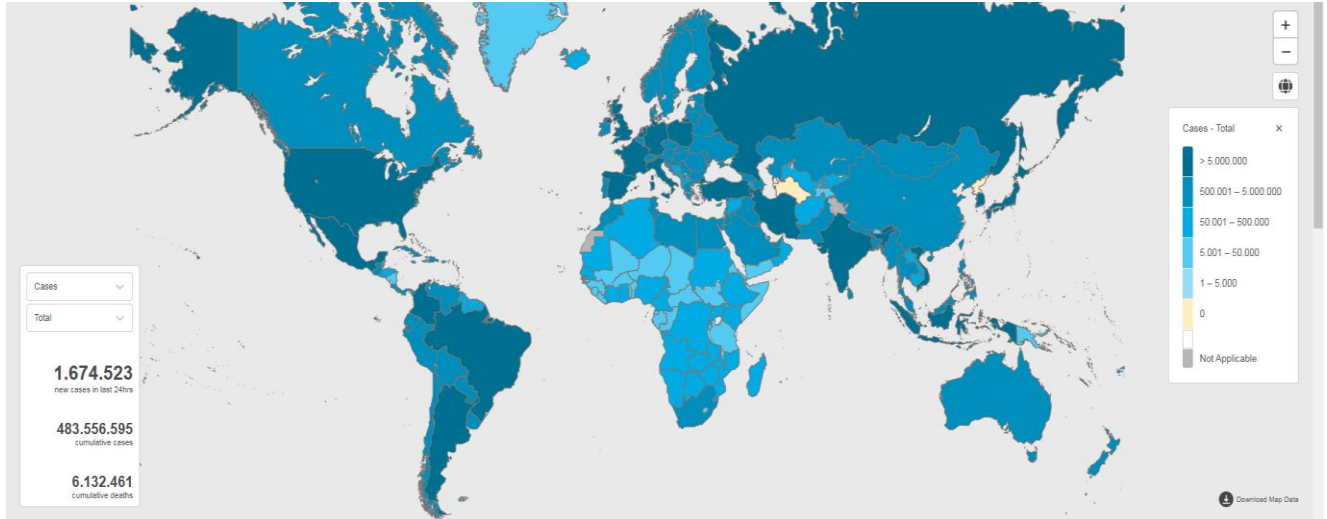
Akuatik hayvanlardan izole edilen koronavirüsler az sayıda rapor edilmiştir ve bunlardan büyük çoğunluğu da fok (*Alphacoronavirus cinsi*), şişeburunlu yunus ve beluga balinası (*Gammacoronavirus cinsi*) gibi deniz memelilerinden bildirilmiştir (Wartecki & Rzymiski, 2020).

Coronaviridae ailesi, solunum, gastrointestinal, kardiyovasküler ve nörolojik hastalıklara neden olan önemli beşeri ve veteriner patojenleri de dahil olmak üzere birçok cins ve türü içermektedir. Koronavirüslerin ana özelliği, zarfın yüzeyinden belirgin olarak görünen peklomerlerin taç benzeri (taç=corona) çıkıntılar oluşturmasıdır (Wartecki & Rzymiski, 2020). Koronavirüsler başlangıçta antijenik ilişkilerine ve konak türlerine göre sınıflandırılmış olmasına rağmen son yıllarda çok sayıda koronavirüs izolatları/genomları tanımlanmış ve sınıflandırmalar bu özelliklerine göre revize edilmiştir (Schütze, 2016).

Balık nidovirüslerinin tümü daha önce *Coronaviridae* ailesinde, *Torovirinae* alt ailesinde ve *Bafinivirus* cinsinde yer almaktaydı (Schütze, 2016). 2018 ICTV (International Committee on Taxonomy of Viruses)'nin onayıyla yapılan değişikliklerle birlikte *Torovirinae* ailesinde yer alan balık virüsleri *Tobaniviridae* adlı yeni bir aileye taşınmıştır. Bu nedenle, balık nidovirüsleri artık *Coronaviridae* ve *Tobaniviridae* olmak üzere iki aileye ayrılmıştır (Mordecai ve Hewson, 2019). Deniz habitatlarında bulunan koronavirüsler Mordecai vd. (2020) tarafından incelenmiş ve su hayvanlarında bulunan bu koronavirüslerin hiçbirinin zoonotik karakterde olmadığı bildirilmiştir. Buna ilave olarak insanlarda görülen

Coronaviridae ailesindeki virüslerle de akuatik koronavirüslerin yakın ilişkili olmadığı belirlenmiştir (Mordecai & Hewson, 2020)

Dünya Çapında SARS-CoV-2 (Şiddetli Akut Solunum Sendromu Koronavirüsü Tip 2): Şiddetli akut solunum yolu sendromu koronavirüsü tip 2'nin (SARS-CoV-2) neden olduğu ve son derece bulaşıcı COVID-19, 2019'un sonunda (Khan vd. 2020) Çin'in Wuhan kentinde bulunan Huanan deniz ürünleri pazarından ortaya çıktığı bildirilmiştir (Khan vd., 2020). Mart ayı ortasından itibaren tüm dünyayı etkisi altına almış olan ve *Rhinolophus yunnanensis*'ten izole edilen virüsün bir türü olan SARS-CoV-2'nin, BatCoV RaTG13 ile benzerliğinin %96,2 kadar yüksek olduğu rapor edilmiştir (Zhou vd., 2020). Bu nedenle, yeni koronavirüsün en olası kaynağı yarasalar olarak tahmin edilmiştir (Zheng vd., 2020). Bu çalışmalara ek olarak, SARS-CoV-2 virüsünün ara konağı halen daha açığa kavuşturulamamış, bazı çalışmalarda pangolin, yılan ve kaplumbağaların olası ara konaklar olabileceği bildirilmiştir (Ji vd. 2020; Liu vd. 2019). Nisan 2021 itibarıyla, virüs 483 milyondan fazla bireye bulaşmış ve global olarak 6,1 milyondan fazla kişinin ölümüne neden olduğu bildirilmiştir (Şekil 1) (Jhu & COVID-19 Map, 2020). Hücre giriş reseptörü -anjyotensin dönüştürücü enzim II (ACE2)- hem SARS-CoV hem de 2019-nCoV tarafından kullanılmaktadır. Bu da, SARS-CoV-2'nin SARS-CoV ile aynı konak aralığına sahip olabileceğini göstermiştir (Zhou vd., 2020).



Şekil 1. COVID-19 vaka yayılımı (Dünya Sağlık Örgütü, WHO)

Figure 1. Outbreak of COVID-19 in the World (World Health Organization, WHO)

Türkiye'de SARS-CoV-2: Türkiye'de ilk kayıtlı vaka 11 Mart 2020'de, ilk ölüm ise 15 Mart'ta bildirilmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021). Bugün itibarı ile Türkiye'de toplam COVID-19 vaka sayısı 15 milyona yaklaşmış, toplam ölüm sayısı ise 97.000 olarak bildirilmiştir. Geçen bir yılı aşkın sürede günlük test sayısı günlük 300 binin

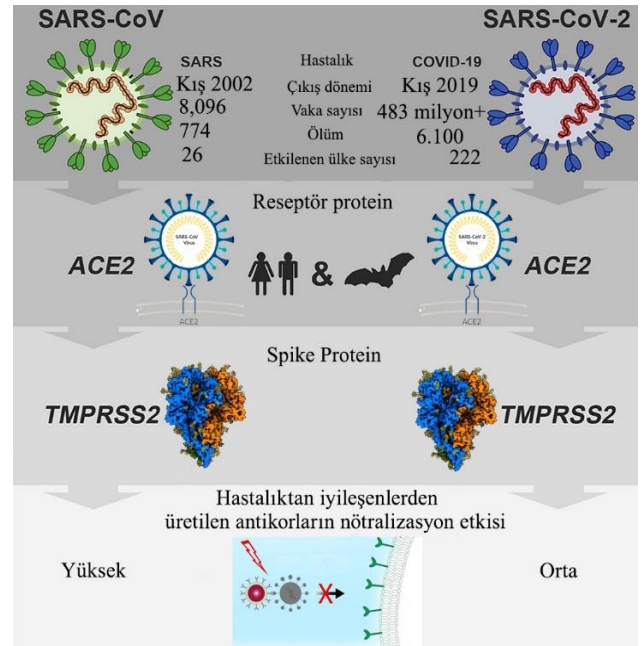
üzerinde olmuş, aşılama çalışmalarının da başlamasıyla nüfusun %84'ü aşılanmıştır (T.C. Sağlık Bakanlığı 2021).

SARS-CoV-2'nin Bulaşma Yolları: SARS-CoV-2'nin ara konak olarak hayvanlarla teması sonucunda insanlara geçişinde şüpheler bulunmaktadır (Day vd. 2020). SARS-CoV-2'nin neden olduğu ilk akut pnömoni

hastasının kümes hayvanları, yarasalar, yılanlar, kurbağalar, kirpiller, marmotlar ve diğer egzotik canlı hayvanların da satıldığı Çin'in Wuhan Kentindeki Huanan Deniz Ürünleri Toptan Satış Pazarı ile bağlantılı olduğu rapor edilmiştir (Godoy vd., 2021). Salgın bir pandemiye dönüştükçe, insanlar arasında direkt temas yoluyla yayılım virüsün ana bulaşma yolu haline gelmiştir (Liu vd., 2019). Daha sonra ithal dondurulmuş gıdalar ve bunların ambalaj malzemeleri üzerinden izole edilen SARS-CoV-2'nin, Çin'in Pekin kentinde yeniden ortaya çıkan iki COVID-19 hastası ile bağlantısının tespit edilmesiyle (Liu vd., 2019), kontamine soğuk zincirli gıda kaynaklarının ülkeler ve bölgeler arasında SARS-CoV-2 bulaşma riski doğurabileceği varsayılmıştır (Han vd. 2021). Bununla birlikte, SARS-CoV-2 enfeksiyonu ve gıda tüketimi arasında doğrudan bir bağlantı kurulmamıştır (Desai & Aronoff, 2020).

SARS-CoV-2'nin Zoonotik Önemi: Virüsün zoonotik öneminde, hedef doku ve organ hücrelerinde virüs reseptörlerinin varlığı, viral enfeksiyonunun konak aralığını, doku tropizmini ve virüsün patogenezi belirlemektedir. SARS-CoV-2, "S" glikoprotein, virüsünün hücre reseptörü ACE2'ye bağlanması yoluyla konak hücrelere girmekte (Hoffmann vd., 2020), ardından transmembran serine proteaz 2 (TMPRSS2) (Matsuyama vd., 2010) tarafından S proteininin bölünmesi, füzyon peptidi serbest bırakılması ve konak hücre girişine izin verilmesi şeklinde gerçekleşmektedir (Şekil 2) (Millet & Whittaker, 2015). ACE2'nin S proteini ile etkileşimine aracılık eden bu viral giriş, SARS-CoV-2'nin türler arası iletiminin en önemli sınırlayıcı faktörü olmaktadır (Zhao vd., 2020). Damas vd. (2020), in-siliko analizini kullanarak, SARS-CoV-2 S proteinine bağlanma eğilimleri için memeliler, kuşlar, balıklar, sürüngenler ve amfibiler de dahil olmak üzere 410 omurgalı türden ACE2 dizilerini incelemiş ve sadece memelilerin orta ile çok yüksek kategorilere karşılık gelen bağlama derecelerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu analiz, kuşların, balıkların, sürüngenlerin ve amfibilerin ACE2 proteinlerinin SARS-CoV-2 S proteinini bağlama olasılığının olmadığını öngörmüş ve bu da memeliler dışındaki omurgalı sınıfların SARS-CoV-2 için bir ara konakçı veya rezervuar olma olasılığının olmadığını göstermiştir. Yapılan çalışmalarda hayvanlarda bulunan ACE2 reseptör proteinlerinin varlığına göre SARS-CoV-2 için beş bağlanma kategorisi tanımlanmış ve bu beş kategoriden de SARS-CoV-2'nin bağlanmasında hayvanlarda en riskli gurubun catarrhine primatları olduğu bildirilmiştir (Damas vd., 2020). Koronavirüs pandemisinin öncesinde şişeburun yunuslarda *Gammacoronavirüs* varlığı tespit edilmiş, bunun da memeli koronavirüsleri ile ayrı bir tür olduğu bildirilmiştir (Woo vd., 2014). Dahası, Boni vd. (2020) tarafından yapılan analiz, SARS-CoV-2 ile ilgili virüslerin

Rhinolophus spp. yarasalarında uzun süredir çok sayıda rekombinasyon ile virüsün yayıldığını göstermiştir (Godoy vd., 2021).



Şekil 2. SARS-CoV ve SARS-CoV-2'nin konakçı hücre girişi (Hoffmann vd., 2020).

Figure 2. The entrance of SARS-CoV and SARS-CoV-2 to the host cell (Hoffmann vd., 2020).

Koronavirüsler memelilerde, kuşlarda ve su hayvanlarında da bildirilmektedir (Li vd., 2020; Mordecai & Hewson, 2020). SARS-CoV-2, geniş bir memeli konak aralığına sahip zoonotik bir virüs olarak rapor edilmiştir (Mahdy vd. 2020; Tiwari vd., 2020). OIE (2020), SARS-CoV-2'yi geliştirmekte olan bir patojen olarak kabul eder ve bu nedenle üye ülkelerin, ülkelerindeki hayvanlarda doğrulanmış enfeksiyonları OIE'ye bildirmelerini istemektedir. Tablo 2'de listendiği gibi, hayvanlardan bazıları COVID-19 pandemisi sona erdiğinde rezervuar görevi görebileceği (Santini & Edwards, 2020) ve bu nedenle veteriner halk sağlığı riskleri devam edebileceği rapor edilmiştir (Mahdy vd., 2020). SARS-CoV-2'nin tür spesifitesinin genişlediği ve çiftlik vizonlarında, evcil kedilerde, köpeklerde ve evcil kaplanlarda, pumalarda ve aslanlarda ters zoonoz sergilediği bildirilmiştir (Mahdy vd., 2020; Sharun vd. 2021). Vizonlar birçok ülkede ticari amaçla yetiştirildikleri için ayrıca bir endişe kaynağı olmaktadır. Vizonların SARS-CoV-2'ye karşı oldukça hassas olduğu ve enfekte insanlarla temas sonucu vizonların kolayca enfekte olduğu belirlenmiştir (Anderson vd., 2021; OIE, 2020; Oreshkova vd., 2020; Santini & Edwards, 2020) ayrıca vizonlarda tür içi bulaşım kolaylıkla olduğu bildirilmiştir (Godoy vd., 2021; Sharun vd., 2021). Dahası, SARS-CoV-2'nin vizona özgü bir varyantı, Danimarka ve Hollanda'da rapor edilmiş olup, vizon yetiştirme çiftliklerinde SARS-CoV-2'nin vizondan insana

bulaştığına dair kanıtlar bulunmaktadır (ters antropoz) (Munnink vd., 2021; Sharun vd., 2021), fakat hayvanlardan insanlara yayılma riskinin genellikle düşük olduğu kabul edilmektedir. Çiftlik vizonlarındaki SARS-CoV-2 enfeksiyonu ABD, Hollanda, İsveç, İtalya, Danimarka, Fransa, Kanada, Yunanistan, Litvanya, İspanya (Sharun vd., 2021) ve Polonya'da (OIE, 2020) rapor edilmiş ve virüsün vizonlara tek bulaş kaynağının insan olduğu ortaya konmuştur. COVID-19 pandemisi sona erdiğinde vizonların rezervuar görevi görebileceği ihtimaliyle SARS-CoV-2'nin vizon popülasyonunda enzootik hale gelme olasılığı veya SARS-CoV-2 pandemisini panzootik hale dönüşme riskini ortadan kaldırmak için hastalıktan etkilenen vizon çiftliklerindeki önemli kontrol önlemleri alınmaya çalışıldığı bildirilmiştir (Oreshkova vd., 2020).

Su hayvanları soğukkanlı canlılardır (poikilotermik) ve genellikle 37°C'nin altındaki su sıcaklıklarında yaşar ve çoğalabilmektedirler. Su hayvanları genellikle suda yaşamaları ve soğukkanlı olmaları sebebiyle memeli ve kuş virüslerine karşı doğal olarak dirençli olma eğilimindedirler. Bununla birlikte, FAO raporunda "SARS-CoV-2'nin, tüketilebilir su hayvanlarını (balık, kabuklular, yumuşakçalar, amfibiler) enfekte edebileceğine dair bir bildirim yapılmamıştır (El Masry vd., 2020). Bu hayvanların COVID-19'un insanlara yayılmasında epidemiyolojik bir rol oynamadığı sonucuna varılmıştır (Bondad-Reantaso vd., 2020). V'kovski vd. (2020), SARS-CoV-2 ve SARS-CoV'un replikasyon kinetiğini sırasıyla insan üst ve alt solunum yollarının ortam sıcaklıklarını taklit ederek 33°C ve 37°C'de araştırmış ve yaptığı çalışmada her iki virüsün de 37°C'de benzer titrelerde replike olurken, SARS-CoV-2, SARS-CoV'un aksine, 33°C'de daha güçlü bir şekilde replike olduğunu (37°C'den 10 kat daha yüksek) ve SARS-CoV-2 enfekte hücrelerinin fraksiyonu SARS-CoV'a kıyasla 33°C'de önemli ölçüde arttığı rapor edilmiştir (V'kovski vd., 2020). SARS-CoV-2'nin 33°C'de gelişmiş replikasyonu, SARS-CoV'a kıyasla üst solunum yollarında artan replikasyonunu ve artan bulaşma oranını desteklemektedir. Bununla birlikte, SARS-CoV-2 veya yakın ilişkili virüslerin in vitro replikasyonunun minimum sıcaklığı hakkında henüz ayrıntılı bir rapor bulunmamaktadır. Bunlara ilave olarak da hastalık kontrol ve önleme merkezi (CDC, Centers for Disease Control and Prevention) tarafından 2019 yılında yayınlanan raporda SARS CoV-2'nin insanlara yayılımında hayvanların önemli bir rol oynamayacağı özellikle belirtilmiş ancak bu konuda daha ayrıntılı çalışmalar yapılması gerekliliği de vurgulanmıştır (CDC, 2021). Bu veriler, dünyanın en sıcak bölgeleri dışında, ektotermik su hayvanlarında SARS-CoV-2 replikasyonunun ol(a)mayacağı konusunda güçlü bir destek olmaktadır.

Tablo 2.Farklı hayvanların SARS-CoV-2 enfeksiyonuna duyarlılığı^a

Table 2. Susceptibility of other animals except for aquatic species to SARS-CoV-2^a

Duyarlı hayvanlar ^b	Duyarlı olmayan hayvanlar
Yaprak Burunlu Yarasa (<i>Rhinolophus sinicus</i>); Maskeli misk kedisi (<i>Paguma larvata</i>); Meyve Yarasa (<i>Rousettus aegyptiacus</i>); Yerli kedi; Çiftlik vizon; Gelicik; Altın Suriye hamsteri (<i>Mesocricetus auratus</i>); Rakun; Sincap; Tavşan; Koyun; Sığır; At; Pangolin Makaklar (<i>Macaca fascicularis</i> ve <i>Macaca mulatta</i>); Evcil kaplan ve Aslanlar ^c ; Maymun	Köpek; Domuz
Duyarlı hayvanlar	olmayan hayvanlar
	Köpek; Kümes Hayvanları (tavuk, ördek, hindi, kaz, güvercin); Fare; Rat; Rakun; Kirpi; Kobay; Fil; Kanguru faresi; Mirket; Sucul hayvanları (balıklar, çift kabuklular, yumuşakçalar, amfibiler) ^d

a: COVID-19 pandemisi sona erdiğinde rezervuar olarak veya SARS-CoV-2 enfeksiyonları için hayvan modellerinde kullanılabilecek risk altındaki hayvanlar (Godoy vd., 2021); b: SARS-CoV-2'nin varlığı henüz ortaya konmamış ancak risk altındaki hayvanlar (Chen vd., 2020a; Chen vd., 2020b; Godoy vd., 2021; Santini & Edwards, 2020; Shi vd., 2020; Wan vd. 2020; Wang vd. 2020a; Zhou vd., 2020); c: ACE2 ve giriş aktivatör TMPRSS2 bulunmayan veya ACE2 reseptörü SARS-CoV-2 tarafından kullanılmayan veya ACE2 reseptör benzerliği insanla aynı olan hayvanlar (≤61%) (Chen vd. 2020c, d; Wan vd., 2020); e: Deneysel enfeksiyonlarda aynı türler arasında bulaşma gösterir (Anderson vd., 2021; OIE, 2020; Shi vd., 2020).

SARS-CoV-2'nin Farklı Ortamlarda Hayatta

Kalabilmesi: Bir virüsün stabilitesi ve canlılığını koruması ortamın sıcaklık, pH, bağıl nem ve virüsün özellikleri (zarfsız veya zarflı parçacık) gibi faktörlere bağlı olmaktadır (Liu vd., 2019). Kampf vd. (2020) cansız yüzeylerde koronavirüslerin (zarflı virüsler) kalıcılığı ve kimyasal dezenfeksiyon ile inaktivasyonu hakkındaki bir değerlendirme yapmış ve SARS-CoV, MERS-CoV ve HCoV gibi insan koronavirüslerinin yüzeylerde 9 güne kadar aktif olarak kalabildiklerini bildirmişlerdir. Fakat SARS-CoV-2'nin %62-71 etanol içerisinde 1 dakikada, %0,5 hidrojen peroksit veya %0,1 sodyum hipoklorit ile 1 dakikadan daha kısa sürede inaktive edilebildiği belirlenmiştir (Kampf vd., 2020). Taylor vd. (2020), SARS-CoV-2 ve SARS-CoV'un aerosollerde ve 21-23°C sıcaklık ve % 40 bağıl nem içeren çeşitli yüzeylerde (paslanmaz çelik, bakır ve karton) stabilitesini inceledikleri çalışmalarında; her iki virüsün de aerosollerde en az 3 saat, plastik ve paslanmaz çelik yüzeylerde 72 saat aktif olarak kaldığını bildirmişlerdir. Karton yüzeyde 24 saat sonra SARS-CoV-2'nin, 8 saat sonra da SARS-CoV'un aktivitesini sürdürmediği tespit edilmiştir (van Doremalen vd., 2020).

Atk Sularda SARS-CoV-2 Varlığı: SARS-CoV'un dışkı, idrar ve sudaki stabilitesi ve virüsün atık sudaki kimyasal inaktivasyonun incelendiği çalışmalarda hastane, evsel kanalizasyon suları veya musluk suyunda iki gün (yedi gün boyunca viral RNA), dışkıda üç gün, fosfat buffer tuzlarında (PBS) 14 gün, ve 20°C'de idrarda 17 gün virüsün canlılığını sürdürdüğü bildirilmiştir (Godoy vd., 2021; Wang vd., 2005) SARS-CoV-2'nin 4°C'deki atık su örneklerinde 14 gün, dışkı ve idrar örneklerinde ise 17 gün canlılığını sürdürdüğü bildirilmiştir (Wang vd., 2005).

SARS-CoV-2'nin sindirim sistemi ile bulaşı konusunda henüz ayrıntılı bir rapor bulunmamaktadır. SARS-CoV'un atık sulara varlığına ilişkin önemli çalışmalar bildirilmekle birlikte (Kocamemi vd., 2020) atık sulara virüsün ne kadar süre enfektif kalacağı konusunda çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Wartecki & Rzymiski, 2020). Wartecki ve Rzymiski (2020), su ortamlarında ve atık sulara koronavirüslerin canlılık potansiyellerini araştırdıkları çalışmalarında dört temel durum üzerinde durmuşlardır:

(1) Su sıcaklığı yükseldikçe virüsün hayatta kalma süresi azalmaktadır; (2) Dezenfeksiyon amacıyla Ultraviyole sistemlerinin kullanılması (UV-B) SARS-CoV-2'nin parçalanmasına yol açmaktadır; (3) Su ve atık sulara organik madde seviyesi – askıda katı madde miktarı virüs parçacıklarının adsorpsiyonlarını arttırarak virüsün canlılığını sürdürmesine yardımcı olabilirken, bu sulara bulunan antagonistik mikroorganizmaların varlığı virüsü inaktif hale getirebilmektedir; (4) Atık sulara bulunan diğer canlılar (balık, çift kabuklu, yumuşakça) ve/veya protozoalar da virüsün canlılığının devamına katkı sağlayabilmektedir (Feichtmayer vd. 2017).

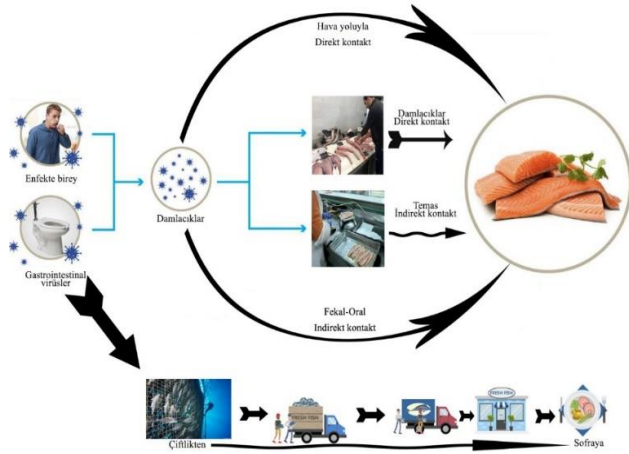
SARS-CoV-2'nin Soğuk Hava Koşullarında Canlılığı: Balıklarda yapılan soğuk depolama uygulamalarında SARS-CoV-2'nin canlılığı incelenmiş ve virüsün 4°C depolanan somon balığı dokularında 8 gün, 25°C'de depolananlarda ise 2 gün canlılığını sürdürdüğü bildirilmiştir (Dai vd., 2021). Fisher vd. (2020), üç farklı sıcaklıkta (4°C, -20°C ve -80°C) 21 gün boyunca depolanan somon, tavuk ve domuz etlerinde kültüre edilmiş SARS-CoV-2'nin (6.00 log₁₀ DKID₅₀/ml) dokulardaki stabilitesini incelemiş, virüs titresinin hem buzdolabı koşullarında (4°C) hem de dondurulmuş (-20°C ve -80°C) örneklerde değişmediğini bildirmişlerdir (Fisher vd., 2020). Bu iki çalışma, SARS-CoV-2'nin uluslararası deniz ürünleri ticaretiyle ilişkili nakliye ve depolama koşullarında canlılığını sürdürebileceğini göstermiş (Dai vd., 2021; Fisher vd., 2020) ayrıca kontamine soğuk zincir gıdaların Pekin'de SARS-CoV-2'nin yeniden ortaya çıkışı konusunda spekülasyonlarını desteklemiştir (Godoy vd., 2021; Pang vd., 2020).

SARS-CoV-2'nin Su Ürünleri Aracılığıyla Bulaşması: Su ürünlerinin çiftlikten sofraya kadar SARS-CoV-2 ile olası kontaminasyonu şekil 3'de gösterilmiştir (Bondad-Reantaso vd., 2020; V. Doremalen vd., 2020). Taze ve dondurulmuş sucul hayvansal gıdalar, SARS-CoV-2 ile enfekte sular veya kontamine atık sularla daha yakın ilişki içerisinde olması ve içeriklerinde yüksek oranda su bulundurmaları nedeniyle bu ürünlerin küresel ticareti, virüsün hayatta kalması ve uzun mesafelere taşınması için elverişli bir ortam oluşturmaktadır (Bondad-Reantaso vd., 2020; N. van Doremalen vd., 2020). Global Aquaculture Alliance (“GAA's COVID-19 Blog: CBs

May Grant Audit Extensions On Case-By-Case Basis”), su ürünleri alanındaki çalışanlarını ve tüketici toplulukları bu risklerden korumak adına deniz ürünleri işleme tesisleri için bir rehberlik belgesi hazırlamıştır (“GAA's COVID-19 Blog: CBs May Grant Audit Extensions On Case-By-Case Basis”). İlk COVID-19 vakası Wuhan kentindeki Huanan deniz ürünleri toptan satış pazarını ziyaret eden kişilerde olmasına rağmen, Çin hayvan pazarındaki deniz ürünleri ve balıkların salgınla ilişkili olduğuna dair henüz bir bulgu bildirilmemiştir (Godoy vd., 2021). Çin'in başkenti Pekin'de COVID-19 vakalarının yakın zamanda yeniden ortaya çıkışında, büyük ölçekli Xinfadi Pazarının bağlantısı bildirilmiştir (Pang vd., 2020). Pekin'de yeniden salgının ortaya çıkışı sonrasında SARS-CoV-2 testi pozitif çıkan ilk 53 kişiden 48'inin bu pazarda çalışmış ve üçünün ise deniz ürünleri pazarından alışveriş yaptığı belirlenmiştir (Wang & Yu, 2020b). Yine aynı deniz ürünleri pazarında SARS-CoV-2 varlığı yönünden test edilen çevresel numuneler arasında, ithal edilen somon balıklarının işlenmesi için kullanılan kesme tahtalarından alınan numunelerde SARS-CoV-2 tespit edilmiştir (Caiyu, 2020; Caiyu & Hui, 2020; Wang & Yu, 2020b). Xinfadi Market satış reyonundaki 14 stant üzerinde yapılan araştırmada, virüs kaynağı olarak S14 numaralı standın kontaminasyon kaynağı olabileceği belirlenmiş ve somon balığı, bu stantta satılan tek ithal ürün olarak bildirilmiştir (Pang vd., 2020). Bu vaka sonrasında Xinfadi Pazarı'ndaki soğuk hava deposunda bulunan orijinal mühürlü paketlenmiş tüm somonların (toplamda 3582) incelemesi yapılmış, altı numunenin SARS-CoV-2 RNA için pozitif olduğu ve bu balıklardan beşinin ise 30 Mayıs 2020'de 14'üncü stantlara somon tedarik eden şirketten temin edildiği belirlenmiştir (Pang vd., 2020). Yapılan bu çalışmalar sonucunda somon balıklarından izole edilen virüsün genom dizilimi bu suşların Avrupa SARS-CoV-2 virüs suşu olduğunu ortaya çıkartmıştır (Pang vd., 2020). İthal somon işlemek için kullanılan doğrama tahtalarında SARS-CoV-2 tespit edildikten sonra (Caiyu, 2020; Caiyu & Hui, 2020; Wang & Yu, 2020b), Çin SARS-CoV-2 RNA varlığı yönünden tüm dondurulmuş gıda ithal ürünlerini test etmeye başlamış ve sevkiyattan alınan altı numunenin dış ambalajında virüs ya da viral RNA tespit edilmiştir. Bu belirlemeler sonrasında Ekvator bölgesinden satış yapan üç üreticiden karides ithalatı askıya alınmıştır (Korban & Welling, 2020). Ekvatorda yapılan karides ambalajında ayrıca bir SARS-CoV-2'ye ilişkin RNA tespit vakası Çin'in yapmış olduğu bu kısıtlamalardan bir hafta sonra bildirilmiştir (Korban & Sapin, 2020).

Gıdalarla birlikte ne kadar çok virüs tüketilirse, viral hastalığın ortaya çıkışı o kadar artmaktadır (Todd vd. 2008; Tokur ve Korkmaz, 2021). Gıda kaynaklı virüs enfeksiyonları, genellikle ishalleri dışkı veya vomitte (ml ya da g'da 10⁵ ila >10¹² enfeksiyöz partikül) büyük

miktarlarda virüs partiküllerinin atılımına neden olmakta ve kontamine olmuş gıdanın tüketilmesiyle kolayca enfeksiyona yol açabildiği bildirilmektedir (Todd vd., 2008). Virüsler canlı olmayan hücrelerde çoğalmadığından, sindirim sistemi yoluyla aktarılan bulaşıcı SARS-CoV-2 miktarının hastalık oluşturması için oral tüketimde bulaşmaya yetecek kadar çok sayıda virüs içermesi gerekmektedir. Bu durum yalnızca su ürünleri ile ilgili değil tüm gıda ürünlerinde bildirilmektedir. Su ürünleri tüketimi dünyanın birçok ülkesinde farklı pişirme yöntemleri kullanılarak olmaktadır. Diğer gıda ürünlerine göre pişirilerek tüketimi daha çok olan su ürünleri ise yine tüm gıdalar arasında sindirim sistemi yoluyla SARS-CoV-2'nin insanlara bulaşmasında en düşük risk içeren gıdalar arasında yer almaktadır.



Şekil 3. nCOVID-19 virüsünün sucul ortama, su hayvanlarına ve su ürünlerine potansiyel bulaşma yolları.

Figure 3. The transmission routes of nCOVID-19 virus to aquatic environment, aquatic animals and aquatic products.

FAO, COVID-19'dan etkilenen ülkelerde doğal, çiftlik, evcil hayvanlarda ve ayrıca su hayvanlarında SARS-CoV-2'ye maruz kalma olasılığını değerlendirmiş, insanların veya hayvanların su hayvanlarından temas yoluyla SARS-CoV-2'ye maruz kalma olasılığını ihmal edilebilir olarak bildirmiştir (El Masry vd., 2020). SARS-CoV-2 su hayvanlarında "soğukkanlı" oldukları ve farklı bir ACE2 hücre reseptörüne sahip oldukları için replikasyon gösterememektedir. Damas vd. (2020) tarafından yapılan *in-siliko* analizde, kuşların, balıkların, sürüngenlerin ve amfibilerin ACE2 proteinlerinin SARS-CoV-2 "S" proteinini bağlama olasılığının olmadığı öngörülmüş ve bu da memeliler dışındaki omurgalı sınıfların SARS-CoV-2 için bir ara konakçı veya rezervuar olma olasılığının yüksek olmadığını göstermiştir. Çapraz kontaminasyonun meydana geldiği Codex Alimentarius gıda hijyen standartlarını (Alimentarius, 2009) karşılamayan koşullarda pazarlarda veya perakende satış mağazalarında işlenen ve satılan sucul hayvan ham ürünlerin ellenmesiyle oluşan kontaminasyonda bu

ürünlerin yeterince ısı işlem görmüş olması, sindirim yoluyla enfeksiyona maruz kalma olasılığı azaltmaktadır (Caiyu & Hui, 2020; El Masry vd., 2020).

Polo vd. (2021) çalışmalarında, bir deniz organizmasında SARS-CoV-2 RNA'sının ilk bildirimini yapmış, SARS-CoV-2 virionlarının veya RNA'larının kıyı sularına ulaşabileceğini göstermiştir. İndirekt viabilite testi ile elde edilmiş sonuçlar, virüsün bulaşıcı olmayan bir formunu ve nükleik asidinde yüksek derecede bozulmayı ortaya koymuştur. Bu rapor kabuklu deniz ürünleri tüketiminden SARS-CoV-2 izolasyon riskinin düşük olduğunu göstermiştir (Polo vd., 2021).

SONUÇ

Su Ürünleri, COVID-19'un insanlara yayılmasında epidemiyolojik olarak diğer hayvansal gıdalara göre daha düşük bir rol oynamaktadır. Herhangi bir kontamine yüzeyde olduğu gibi, su ürünleri de virüsü aktif olarak yayan kişiler tarafından kontamine edilen ürünlerle potansiyel olarak SARS-CoV-2 ile bulaşabilir. SARS-CoV-2'nin soğuk saklama koşullarında daha düşük canlılığa sahip olduğu ancak virüsün uluslararası gıda ticareti ile ilişkili nakliye ve depolama koşullarında yayılabileceğine yönelik veriler uluslararası ürünlerin ticareti için gelişmiş tarama protokolleri gerektiğini göstermektedir. Kontamine ürünlerle ilgili mevzuatlar bulunsun da, önerilen hijyen ve gıda güvenliği koşullarına uygun olarak hazırlanıp servis edildiği sürece deniz ürünlerinin tüketilmesi güvenilirliğini korumaktadır. "Tek Sağlık" konseptinden yola çıkılarak tüm hayvanlar çevre ile ilişkilidir; bu nedenle, tüm hayvansal ürünler için çiftlikten sofraya tüm hijyenik koşullar uygulanmalıdır. Bugüne kadar, halen daha SARS-CoV-2 ile ilgili pek çok bilinmeyen bulunmaktadır. Bu nedenle su hayvanlarının COVID-19 salgınındaki rolü üzerine daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Yoğun ilgisi, ilham verici rehberliği, tüm aşamalarda sürekli teşviki ve bu makaleyi hayata geçirmekteki desteği için Nada AJMI'ye, derin şükran ve teşekkürlerimi sunuyorum

KAYNAKLAR

- Alimentarius, C. (2009). *Food hygiene Basic texts*, Fourth Edition.
- Anderson, M., Buck, P., Dahiya, I., Ellis, A., Flockhart, L., Fraser, E. & Weese, S. (2021). *COVID-19 and Animals Frequently Asked Questions for Veterinarians*.

- <https://www.canadianveterinarians.net/document/s/updated-covid-19-and-animals-frequently-asked-questions-for-veterinarians>. Erişim tarihi: 21.01.2022
- Animals and COVID-19 / CDC. (2021).** <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/daily-life-coping/animals.html>. Erişim tarihi: 25.01.2022
- Bondad-Reantaso, M.G., Mackinnon, B., Bin, H., Jie, H., Tang-Nelson, K., Surachetpong, W. & Shariff, M. (2020).** Viewpoint: Sars-cov-2 (the cause of covid-19 in humans) is not known to infect aquatic food animals nor contaminate their products. *Asian Fisheries Science*, **33**(1), 74-78. DOI: [10.33997/j.afs.2020.33.1.009](https://doi.org/10.33997/j.afs.2020.33.1.009)
- Boni, M.F., Lemey, P., Jiang, X., Lam, T.T.Y., Perry, B., Castoe, T., ... & Robertson, D.L. (2020).** Evolutionary origins of the SARS-CoV-2 sarbecovirus lineage responsible for the COVID-19 pandemic. *bioRxiv*, s. 2020.03.30.015008. bioRxiv. DOI: [10.1101/2020.03.30.015008](https://doi.org/10.1101/2020.03.30.015008)
- Boylan, S. (2011).** Zoonoses Associated with Fish. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, **14**(3), 427-438. DOI: [10.1016/j.cvex.2011.05.003](https://doi.org/10.1016/j.cvex.2011.05.003)
- Caiyu, L. (2020).** Beijing supermarkets stop selling salmon after wholesalers test positive for coronavirus-Global Times. Erişim tarihi: 15 Mayıs 2021, <https://www.globaltimes.cn/content/1191462.shtml>
- Caiyu, L. & Hui, Z. (2020).** Virologists rebuke seafood markets becoming suspicious COVID-19 hot spots after cases test positive in Beijing market - Global Times. Erişim tarihi: 15 Mayıs 2021. <https://www.globaltimes.cn/content/1191478.shtml>
- Chen, D., Sun, J., Zhu, J., Ding, X., Lan, T., Zhu, L. & Xu, X. (2020a).** Single-cell screening of SARS-CoV-2 target cells in pets, livestock, poultry and wildlife. *bioRxiv*, 2020.06.13.149690. DOI: [10.1101/2020.06.13.149690](https://doi.org/10.1101/2020.06.13.149690)
- Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y. & Zhang, L. (2020b).** Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *The Lancet*, **395**(10223), 507-513. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)
- Chen, W., Lan, Y., Yuan, X., Deng, X. X., Li, Y., Cai, X. & Tang, X. (2020c).** Detectable 2019-nCoV viral RNA in blood is a strong indicator for the further clinical severity. *Emerging Microbes and Infections*, **9**(1), 469-473. DOI: [10.1080/22221751.2020.1732837](https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1732837)
- Coronavirus: no evidence that food is a source or transmission route / European Food Safety Authority.** <https://www.efsa.europa.eu/en/news/coronavirus-no-evidence-food-source-or-transmission-route>. Erişim tarihi: 21.01.2022.
- Dai, M., Li, H., Yan, N., Huang, J., Zhao, L., Xu, S. & Liao, M. (2021).** Long-term Survival of SARS-CoV-2 on Salmon as a Source for International Transmission. *The Journal of infectious diseases*, **223**, 537-539. NLM (Medline). DOI: [10.1093/infdis/jiaa712](https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa712)
- Damas, J., Hughes, G.M., Keough, K.C., Painter, C.A., Persky, N.S., Corbo, M. & Lewin, H.A. (2020a).** Broad host range of SARS-CoV-2 predicted by comparative and structural analysis of ACE2 in vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **117**(36), 22311-22322. DOI: [10.1073/pnas.2010146117](https://doi.org/10.1073/pnas.2010146117)
- Day, T., Gandon, S., Lion, S. & Otto, S.P. (2020).** On the evolutionary epidemiology of SARS-CoV-2. *Current Biology*, **30**(15), R849-R857. DOI: [10.1016/j.cub.2020.06.031](https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.06.031)
- Desai, A.N. & Aronoff, D.M. (2020).** Food Safety and COVID-19. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, **323**, 1982-1982. DOI: [10.1001/jama.2020.5877](https://doi.org/10.1001/jama.2020.5877)
- Doremalen, V., Taylor, D., Lindsay, A. C., Halcox, J. P., & Doremalen, V. (2020).** c o r r e s p o n d e n c e Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *Nejm*, 0-2.
- El Masry, I., von Dobschuetz, S., Plee, L., Larfaoui, F., Yang, Z., Song, J. & Sumption, K. (2020).** Exposure of humans or animals to SARS-CoV-2 from wild, livestock, companion and aquatic animals. İçinde *Exposure of humans or animals to SARS-CoV-2 from wild, livestock, companion and aquatic animals*. FAO. DOI: [10.4060/ca9959en](https://doi.org/10.4060/ca9959en)
- FAO. (2016).** *The state of world fisheries and aquaculture 2016*.
- Feichtmayer, J., Deng, L. & Griebler, C. (2017).** Antagonistic microbial interactions: Contributions and potential applications for controlling pathogens in the aquatic systems. *Frontiers in Microbiology*, **8**(NOV), 1-14. DOI: [10.3389/fmicb.2017.02192](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02192)
- Fisher, D., Reilly, A., Eng Zheng, A.K., Cook, A.R. & Anderson, D.E. (2020).** Seeding of outbreaks of COVID-19 by contaminated fresh and frozen

- food. *bioRxiv*, s. 2020.08.17.255166. [bioRxiv. DOI: 10.1101/2020.08.17.255166](https://doi.org/10.1101/2020.08.17.255166)
- GAA's COVID-19 Blog: CBs May Grant Audit Extensions On Case-By-Case Basis.** <https://www.aquaculturealliance.org/blog/covid-19-update>. Erişim tarihi: 25.01.2022.
- Godoy, M. G., Kibenge, M. J. T., & Kibenge, F. S. B. (2021).** SARS-CoV-2 transmission via aquatic food animal species or their products: A review. *Aquaculture*, *536*(July 2020). DOI: [10.1016/j.aquaculture.2021.736460](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736460)
- Govaris, A. & Pexara, A. (2021).** *Inactivation of Foodborne Viruses by High-Pressure Processing (HPP)*. DOI: [10.3390/foods10020215](https://doi.org/10.3390/foods10020215)
- Han, J., Zhang, X., He, S. & Jia, P. (2021).** Can the coronavirus disease be transmitted from food? A review of evidence, risks, policies and knowledge gaps. *Environmental Chemistry Letters*, *19*(1), 5-16. DOI: [10.1007/s10311-020-01101-x](https://doi.org/10.1007/s10311-020-01101-x)
- Hoffmann, M., Kleine-Weber, H., Schroeder, S., Krüger, N., Herrler, T., Erichsen, S. & Pöhlmann, S. (2020).** SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell*, *181*(2), 271-280.e8. DOI: [10.1016/j.cell.2020.02.052](https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.052)
- ICTV. International Committee on Taxonomy of Viruses (2021).** Virus Taxonomy: 2021 Release. <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/> (Access date: 31.03.2022)
- Jhu, & COVID-19 Map. COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. (2020).** Johns Hopkins Coronavirus Resource Center.
- Ji, W., Wang, W., Zhao, X., Zai, J., & Li, X. (2020).** Cross-species transmission of the newly identified coronavirus 2019-nCoV. *Journal of Medical Virology*, *92*(4), 433-440. DOI: [10.1002/jmv.25682](https://doi.org/10.1002/jmv.25682)
- Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S., & Steinmann, E. (2020).** Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*, *104*, 246-251. W.B. Saunders Ltd. DOI: [10.1016/j.jhin.2020.01.022](https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022)
- Khan, S., Liu, J., & Xue, M. (2020).** Transmission of SARS-CoV-2, Required Developments in Research and Associated Public Health Concerns. *Frontiers in Medicine*, *7*(June), 1-8. DOI: [10.3389/fmed.2020.00310](https://doi.org/10.3389/fmed.2020.00310)
- Kim, C.H. & Leong, J.A. (1999).** Fish viruses. *Encyclopedia of Virology*. Elsevier.
- Kocamemi, B.A., Kurt, H., Sait, A., Kadi, H., Sarac, F., Aydın, I. & Pakdemirli, B. (2020).** Nationwide SARS-CoV-2 surveillance study for sewage and sludges of wastewater treatment plants in Turkey. *medRxiv*.
- Koopmans, M. & Duizer, E. (2004).** Foodborne viruses: An emerging problem. *International Journal of Food Microbiology*, *90*(1), 23-41. DOI: [10.1016/S0168-1605\(03\)00169-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(03)00169-7)
- Korban, D. & Sapin, R. (2020).** China's Chongqing detects new case of COVID-19 on Ecuadorian shrimp packaging Intrafish. <https://www.intrafish.com/coronavirus/chinas-chongqing-detects-new-case-of-covid-19-on-ecuadorian-shrimp-packaging/2-1-843632>. Erişim Tarihi: 11.05.2021
- Li, X., Zai, J., Zhao, Q., Nie, Q., Li, Y., Foley, B. T., & Chaillon, A. (2020).** Evolutionary history, potential intermediate animal host, and cross-species analyses of SARS-CoV-2. *Journal of Medical Virology*, *92*(6), 602-611. DOI: [10.1002/jmv.25731](https://doi.org/10.1002/jmv.25731)
- Liu, P., Chen, W., & Chen, J. P. (2019).** Viral metagenomics revealed sendai virus and coronavirus infection of malayan pangolins (*manis javanica*). *Viruses*, *11*(11). DOI: [10.3390/v11110979](https://doi.org/10.3390/v11110979)
- Mahdy, M. A. A., Younis, W., & Ewaida, Z. (2020).** An Overview of SARS-CoV-2 and Animal Infection. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*, 596391. Frontiers Media S.A. DOI: [10.3389/fvets.2020.596391](https://doi.org/10.3389/fvets.2020.596391)
- Matsuyama, S., Nagata, N., Shirato, K., Kawase, M., Takeda, M., & Taguchi, F. (2010).** Efficient Activation of the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus Spike Protein by the Transmembrane Protease TMPRSS2. *Journal of Virology*, *84*(24), 12658-12664. DOI: [10.1128/jvi.01542-10](https://doi.org/10.1128/jvi.01542-10)
- Millet, J.K. & Whittaker, G.R. (2015).** Host cell proteases: Critical determinants of coronavirus tropism and pathogenesis. *Virus Research*, *202*, 120-134. DOI: [10.1016/j.virusres.2014.11.021](https://doi.org/10.1016/j.virusres.2014.11.021)
- Mordecai, G. J., & Hewson, I. (2020).** Coronaviruses in the Sea. *Frontiers in Microbiology*, *11*(July), 1-6. DOI: [10.3389/fmicb.2020.01795](https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01795)
- Mordecai, G. J., Miller, K. M., Di Cicco, E., Schulze, A. D., Kaukinen, K. H., Ming, T. J., Suttle, C. A. (2019).** Endangered wild salmon infected by newly discovered viruses. *eLife*, *8*, 1-18. DOI: [10.7554/eLife.47615](https://doi.org/10.7554/eLife.47615)
- Munnink, B.B.O., Sikkema, R.S., Nieuwenhuijse, D.F., Molenaar, R.J., Munger, E., Molenkamp, R. & Koopmans, M.P.G. (2021).** Transmission of SARS-CoV-2 on mink farms between humans

- and mink and back to humans. *Science*, **371**(6525), 172-177. DOI: [10.1126/science.abe5901](https://doi.org/10.1126/science.abe5901)
- OIE. (2020)**. Technical Factsheet Infection With Sars-Cov-2 in Animals. *World Organisation for Animal Health*, https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Our_scientific_expertise/docs/pdf/COV-19/A_Factsheet_SARS-CoV-2.pdf. Erişim tarihi 01.06.2021
- Oreshkova, N., Moelnaar, R. J., Vreman, S., Harders, F., Munnink, B. B. O., Van Der Honin, R. W. H., Stegeman, A. (2020)**. SARS-CoV-2 infection in farmed minks, the Netherlands, April and May 2020. *Euro Surveillance*, **25**(23), 2001005, DOI: [10.2807/1560-7917.ES.2020.25.23.2001005](https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.23.2001005)
- Pang, X., Ren, L., Wu, S., Ma, W., Yang, J., Di, L., ... Wang, J. J. J. (2020)**. Cold-chain food contamination as the possible origin of COVID-19 resurgence in Beijing. *National Science Review*, **7**(12), 1861-1864. DOI: [10.1093/nsr/nwaa264](https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa264)
- Polo, D., Lois, M., Fernández-núñez, M. T., & Romalde, J. L. (2021)**. Detection of SARS-CoV-2 RNA in bivalve mollusks and marine sediments. *Science of the Total Environment*, **786**, 147534. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.147534](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147534)
- Santini, J. M., & Edwards, S. J. L. (2020)**. Host range of SARS-CoV-2 and implications for public health. *The Lancet Microbe*, **1**(4), e141-e142. DOI: [10.1016/s2666-5247\(20\)30069-0](https://doi.org/10.1016/s2666-5247(20)30069-0)
- Schütze, H. (2016)**. Coronaviruses in Aquatic Organisms. İçinde *Aquaculture Virology*. Elsevier Inc. DOI: [10.1016/B978-0-12-801573-5.00020-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801573-5.00020-6)
- Sharun, K., Tiwari, R., Natesan, S. & Dhama, K. (2021)**. SARS-CoV-2 infection in farmed minks, associated zoonotic concerns, and importance of the one health approach during the ongoing COVID-19 pandemic. *Veterinary Quarterly*, **41**(1), 50-60. DOI: [10.1080/01652176.2020.1867776](https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1867776)
- Shi, J., Wen, Z., Zhong, G., Yang, H., Wang, C., Huang, B. & Bu, Z. (2020)**. Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. *Science*, **368**(6494), 1016-1020. DOI: [10.1126/science.abb7015](https://doi.org/10.1126/science.abb7015)
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2022)**. <https://covid19.saglik.gov.tr/> Erişim tarihi: 21.01.2022
- Tiwari, R., Dhama, K., Sharun, K., Iqbal Yattoo, M., Malik, Y.S., Singh, R., ... & Rodriguez-Morales, A.J. (2020)**. COVID-19: animals, veterinary and zoonotic links. *Veterinary Quarterly*, **40**, 169-182. DOI: [10.1080/01652176.2020.1766725](https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1766725)
- Todd, E.C.D., Greig, J.D., Bartleson, C.A. & Michaels, B.S. (2008)**. Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 4. Infective doses and pathogen carriage. *Journal of Food Protection*, **71**, 2339-2373. IAMFES. DOI: [10.4315/0362-028X-71.11.2339](https://doi.org/10.4315/0362-028X-71.11.2339)
- Tokur, B. & Korkmaz, K. (2021)**. The evaluation of Avian Influenza and Coronavirus as Human Pathogenic Enveloped Viruses for Possible Health Risk in Seafood: A Review. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **6**(1), 31-42. DOI: [10.35229/jaes.796262](https://doi.org/10.35229/jaes.796262)
- V'kovski, P., Gultom, M., Steiner, S., Kelly, J., Russeil, J., Mangeat, B. & Dijkman, R. (2020)**. Disparate temperature-dependent virus - host dynamics for SARS-CoV-2 and SARS-CoV in the human respiratory epithelium. *bioRxiv*, s. 2020.04.27.062315. bioRxiv. DOI: [10.1101/2020.04.27.062315](https://doi.org/10.1101/2020.04.27.062315)
- van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D.H., Holbrook, M.G., Gamble, A., Williamson, B. N. & Munster, V.J. (2020)**. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, **382**(16), 1564-1567. DOI: [10.1056/nejmc2004973](https://doi.org/10.1056/nejmc2004973)
- Wan, Y., Shang, J., Graham, R., Baric, R.S. & Li, F. (2020)**. Receptor Recognition by the Novel Coronavirus from Wuhan: an Analysis Based on Decade-Long Structural Studies of SARS Coronavirus. *Journal of Virology*, **94**(7), 2019-2020. DOI: [10.1128/jvi.00127-20](https://doi.org/10.1128/jvi.00127-20)
- Wang, C., Horby, P. W., Hayden, F. G., & Gao, G. F. (2020a)**. A novel coronavirus outbreak of global health concern. *The Lancet*, **395**(10223), 470-473. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)30185-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30185-9)
- Wang, V., & Yu, E. (2020b)**. Coronavirus in China: Beijing Seafood Market Shuts Down - The New York Times. <https://www.nytimes.com/2020/06/13/world/asia/beijing-market-coronavirus.html>. Erişim tarihi: 15.05.2021
- Wang, X. W., Li, J. S., Jin, M., Zhen, B., Kong, Q. X., Song, N., Li, J. W. (2005)**. Study on the resistance of severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus. *Journal of Virological Methods*, **126**(1-2), 171-177. DOI: [10.1016/j.jviromet.2005.02.005](https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2005.02.005)
- Wartecki, A., & Rzymiski, P. (2020)**. On the coronaviruses and their associations with the

aquatic environment and wastewater. *Water (Switzerland)*, *12*(6), 1-27. DOI: [10.3390/W12061598](https://doi.org/10.3390/W12061598)

- Woo, P. C. Y., Lau, S. K. P., Lam, C. S. F., Tsang, A. K. L., Hui, S.-W., Fan, R. Y. Y., Yuen, K.-Y. (2014).** Discovery of a Novel Bottlenose Dolphin Coronavirus Reveals a Distinct Species of Marine Mammal Coronavirus in Gammacoronavirus. *Journal of Virology*, *88*(2), 1318-1331. DOI: [10.1128/jvi.02351-13](https://doi.org/10.1128/jvi.02351-13)
- Zhao, X., Chen, D., Szabla, R., Zheng, M., Li, G., Du, P. & Lin, H. (2020).** Broad and Differential Animal Angiotensin-Converting Enzyme 2 Receptor Usage by SARS-CoV-2. *Journal of Virology*, *94*(18). DOI: [10.1128/jvi.00940-20](https://doi.org/10.1128/jvi.00940-20)
- Zheng, F., Liao, C., Fan, Q. hong, Chen, H. bo, Zhao, X. gong, Xie, Z. guo, Jin, R. ming. (2020).** Clinical Characteristics of Children with Coronavirus Disease 2019 in Hubei, China. *Current Medical Science*, *40*(2), 275-280. DOI: [10.1007/s11596-020-2172-6](https://doi.org/10.1007/s11596-020-2172-6)
- Zhou, P., Yang, X-L., Wang, X.-G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H.-R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C.-L., Chen,H.-D., Chen, J., Luo, Y., Guo, H., Jiang, R.-D., Liu, M.-Q. Chen,Y., Shen, X.-R. Wang, X., Zheng, X.-S., Zhao, K., Chen, Q.-J., Deng, F., Liu,L.-L. Yan, B. Zhan F.-X., Wang, Y.-Y., Xiao, G.-F. & Shi, Z.-L. (2020).** A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, *579*(7798), 270-273. DOI: [10.1038/s41586-020-2012-7](https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7)



Rize Kentsel Açık Yeşil Alanlarındaki İstilacı Bitki Türleri Üzerine Bir Araştırma

Ömer Lütfü ÇORBACI^{1*} Erdi EKREN² Murat ATASOY³

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Rize, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

³Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mimarlık Tasarım ve Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Osmaniye, Türkiye

Geliş Tarihi: 09.03.2022

Kabul Tarihi: 25.05.2022

Basım Tarihi: 30.06.2022

Atıf yapmak için: Çorbacı, Ö.L., Ekren, E.& Atasoy, M. (2022). Rize Kentsel Açık Yeşil Alanlarındaki İstilacı Bitki Türleri Üzerine Bir Araştırma. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 156-162.

How to cite: Çorbacı, Ö.L., Ekren, E.& Atasoy, M. (2022). A Study on Invasive Plant Species in Rize Urban Open Green Areas. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 156-162.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-8763-3163>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-1223-3568>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-0987-521X>

***Sorumlu yazarın:**

Ömer Lütfü ÇORBACI
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj
Mimarlığı Bölümü, Rize, Türkiye.
✉: omerlutfu.corbaci@erdogan.edu.tr

Öz: Kentsel açık ve yeşil alanların en önemli unsuru olarak bitkiler kent ekosistemine sundukları birçok önemli faydanın yanı sıra sahip oldukları bazı özellikler ile çevrelerine olumsuz etkilerde de bulunabilirler. İstila etikleri ekosistemde yerel türlerin dağılımını ve çeşitliliğini olumsuz yönde etkileyerek ekolojik problemlere ve ekonomik zararlara neden olan istilacı bitki taksonları bu konuda verilebilecek en önemli örneklerdendir. İstilacı bitki türleri; ekolojik faktör için toleranslarının yüksek olması, hızlı büyüme göstermeleri, yaşam döngülerinin kısa olması ve üreme kapasitelerinin oldukça yüksek olması gibi nedenlerle diğer türlere göre daha rekabetçidirler. Bu bitkiler kısa sürede bölgede hâkim konuma geçer ve popülasyonları salgın oluşturacak seviyelere ulaşır. Bu nedenle, istilacı bitkilerin tespit edilmesi ve kontrol altına alınması gerekmektedir. Özellikle kentsel alanlarda kullanılacak bitkiler seçilirken estetik ve fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra istilacı olup olmadıkları da dikkat edilmesi gereken önemli bir kriterdir. Türkiye’de istilacı bitki tür ve çeşitliliğine yönelik yeterli bir veri tabanı bulunmamaktadır. Çalışma kapsamında, Türkiye’nin egzotik bitkiler tarafından en çok istila edilen bölgesi olan Karadeniz Bölgesi’nin zengin bitki örtüsüne sahip illerinden Rize’nin istilacı bitki taksonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Rize kentsel açık yeşil alanlarında istilacı özelliğe sahip toplam 85 farklı bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu taksonlar; familyaları, doğallık-egzotiklik durumları ve buldukları bölge özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda çalışma alanlarında en çok (7 bitki taksonu) Rosaceae familyasının gözlemlendiği, 85 bitkiden; 32 tanesinin doğal, 53 tanesinin egzotik olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, bu bitkilerin peyzaj mimarlığı çalışmalarında kullanımları ile ilgili çeşitli öneriler geliştirilmiştir

Anahtar kelimeler: İstilacı bitkiler, kentsel açık yeşil alanlar, Rize.

A Study on Invasive Plant Species in Rize Urban Open Green Areas

Abstract: Plants, as the most important element of urban open and green areas, can have negative effects on the environment with some of their features, as well as many important benefits they offer to the urban ecosystem. Invasive plant taxa, which cause ecological problems and economic damage by negatively affecting the distribution and diversity of local species in the ecosystem they invade, are the most important examples that can be given in this regard. Invasive plant species are more competitive than other species due to their high tolerance for ecological factors, rapid growth, short life cycles and high reproductive capacity. These plants become dominant in the region in a short time and their populations reach epidemic levels. Therefore, it is necessary to detect and control invasive plants. Especially when choosing plants to be used in urban areas, in addition to their aesthetic and functional properties, whether they are invasive or not is an important criterion to be considered. There is not an adequate database of invasive plant species and diversity in Turkey. Within the scope of the study, it was aimed to determine the invasive plant taxa of Rize, one of the provinces with rich vegetation of the Black Sea Region, which is the most infested region of Turkey by exotic plants. A total of 85 different plant taxa with invasive properties were identified in Rize urban open green areas. These taxa were evaluated in terms of family, naturalness-exoticness status and location properties. As a result of this evaluation, it has been revealed that the Rosaceae family is the most common family (7 plant taxa) in the study areas, 32 of 85 plants are natural and 53 are exotic. In addition, various suggestions have been developed regarding the use of these plants in landscape architecture applications.

***Corresponding author:**

Ömer Lütfü ÇORBACI
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of
Engineering and Architecture, Department of
Landscape Architecture, Rize, Turkey
✉: omerlutfu.corbaci@erdogan.edu.tr

Keywords: Invasive plants, urban open green areas, Rize.

GİRİŞ

Günümüzde dünya nüfusunun yarısı kentsel alanlarda yaşamını sürdürmektedir ve bu oranın 2050 yılı ile birlikte %70'e varacağı tahmin edilmektedir (Bokaie vd., 2016). Dinamik biyocoğrafya ortamları olarak tanımlanan kentlerde yaşam koşulları çok hızlı değişmekte ve bazı bitkiler ya da hayvanlar hızlı bir şekilde gelişme olanağına sahip olmaktadır (Seyhan & Bayramoğlu, 2021). Kentlerdeki parklar, bahçeler, oyun alanları, orman kalıntıları, yol kenarları, refüjler, eski ya da yeni yerleşim alanları ile terk edilmiş alanlar canlı yaşamı açısından cezbedici olabilmektedir (Douglas, 1987; Yılmaz vd., 2017; Yılmaz vd., 2018; Tarakçı Eren vd., 2020). Özellikle kentleşme nedeniyle kırsal alanların kentsel alanlara dönüşmesi sonucu biyoçeşitlilik, ekosistem fonksiyonları ve açık yeşil alan peyzaj kalitesi de önemli ölçüde etkilenmektedir (Agbor & Makinde, 2018; Gülçin, 2019; Gülçin & Yılmaz, 2021).

Doğal bitki örtüsü, coğrafik bir alanda antropojen etkiler altında kalmadan bütünüyle doğal faktörlerle oluşan bitki örtüsü olarak nitelendirilmektedir (Bayramoğlu, 2016; Yılmaz vd., 2019). Yayılabilirdiği alanlar, taksonun doğal yayılım alanı olarak kabul edilir (Niemiera & Von Holle, 2009; Zohary vd., 2012; Alp, 2017). Önen, (2015) "yabancı tür" kavramını; "Belirli bir ekosistemin doğal flora veya faunasında bulunmayıp dışarıdan taşınan herhangi bir tür ya da bunların tohum, yumurta, spor veya üreme yeteneğine sahip diğer biyolojik materyalleri" olarak tanımlamıştır. Geçmişten günümüze çok çeşitli özelliklerinden dolayı bazı bitkilerin tür ve çeşitleri (takson) insan eliyle doğal yayılım alanından veya bahçelerden alınarak başka ekolojik alanlara taşınmıştır. Taşınan bu bitkiler sahip oldukları özellikleri kullanarak, buldukları alanın toprak, iklim ve diğer çevresel koşullarına uyum sağlayarak alana yayılmaya başlar ve yayıldıkları bu alanlar taksonların ikinci doğal yaşam alanını oluştururlar (Grimshaw, 2002; Niemiera & Von Holle, 2009; Alp, 2017).

"Egzotik" kelimesi genellikle insanların kasıtlı ya da kasıtsız eylemleri yoluyla bir türün doğal olarak yayılış gösterdiği bir alandan doğal olarak yayılış göstermediği bir alana taşınan türler için kullanılır (Pimentel vd., 2000; Agrawal & Kotanen, 2003). Yeni taşındıkları coğrafyada farklı ekolojik koşullarla karşılaşan egzotik türlerden bazıları hızla yayılım göstererek ekosistemleri istila edebilmektedir. Önemli sayıdaki egzotik bitki taksonunun ruderal gibi davranarak özellikle tahrip edilmiş ekosistemlerde istilacı özellik ortaya koyduğu belirlenmiştir. Ancak istilacı ya da zarar verici hiçbir etkisi olmayan egzotik türler de mevcuttur (Gider, 2013).

Pimentel vd., (2000) "istilacı yabancı türler" kavramını; "Bulunduğu alana çeşitli yollarla giriş yapan yabancı türlerden insan sağlığı için tehdit oluşturan,

ekonomik ya da çevresel/ekolojik problemlere neden olan ve/veya zarar vermesi muhtemel olan türler" şeklinde ifade etmiştir. İstilacı bitki türleri; ekolojik faktör için toleranslarının yüksek olması, yaşam döngülerinin kısa olması, hızlı büyüme göstermeleri, derin kök sistemlerine sahip olmaları, çimlenme sonrası ışık rekabetinde üstün gelmeleri, üreme kapasitelerinin yüksek olması, allelopatik etkileri, adaptasyon kabiliyetlerinin fazla olması gibi nedenlerle diğer türlere göre daha rekabetçidirler. Bu özelliklere ek olarak herbivorlardan kaçınma ve vejetatif üreme stratejilerini kullanmaları sayesinde agresif olarak gelişerek diğer bitki türlerine karşı üstünlük sağlama özelliklerine sahiptirler. Bu bitkiler yeni taşındıkları alanda; besin elementi döngüsünü ve ekosistemin fonksiyon/süreçlerini olumsuz etkilemenin yanı sıra yerli türlerin sayısında ve yoğunluğunda azalmaya neden olurlar (Mehrhoff, 1998; Yang vd., 2012; Önen, 2015).

Kısa sürede popülasyonları salgın oluşturacak seviyelere ulaşarak bölgede hâkim konuma geçen istilacı bitki türleri her yıl sadece ABD'de 700.000 ha. doğal alanı işgal etmektedir (Pimentel, 2002). Zamanla ekosistemdeki yerli türlerin çeşitliliğini ve dağılımını olumsuz yönde etkileyerek ekolojik problemlere ve ekonomik zararlara neden olmaktadır. İstilacı bitki türleri ayrıca tehdit ve tehlike altındaki türlerin habitat kullanımını azaltır (Wilcove vd., 1998). İstila süreçleri mevcut ekosistemin yapısı ile ilgili olan istilacı yabancı bitki türleri için yerli türlerden kaynaklanan rekabetin ortadan kalkmış olması nedeniyle tahrip edilen ekosistemler son derece uygun koşullar oluşturmaktadır (Önen, 2015). İstilaya uğramış alanlarda istilacı bitkilerin istila kapasitelerinin fazlalaşması biyolojik çeşitlilik üzerine etkisinin artmasına ve dolayısıyla biyoçeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır (Vila vd., 2010).

Türkiye'de istilacı bitki tür ve çeşitliliğine yönelik yeterli bir veri tabanı bulunmamaktadır ve bu nedenle Türkiye Ulusal Biyoçeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı'nda bu bitkilere yönelik önem yeterince vurgulanmamaktadır (Pezikoğlu, 2016). Ayrıca Karadeniz Bölgesi, Türkiye'nin egzotik bitkiler tarafından en çok istila edilen bölgesidir (Özaslan vd., 2016).

Bu çalışma kapsamında; Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Rize ilinin kentsel açık yeşil alanlarındaki mevcut istilacı taksonlar incelenmiştir. Ayrıca bu bitkilerin Rize ilinde yol açtığı çevresel ve ekonomik zararlardan da bahsedilerek taksonlar arası karşılaştırmalar yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırmanın ana materyalini çalışma alanı olarak seçilen Rize ili kentsel açık yeşil alanlarındaki mevcut bitki varlığı oluşturmaktadır. Bu alanlarda bitki varlığını

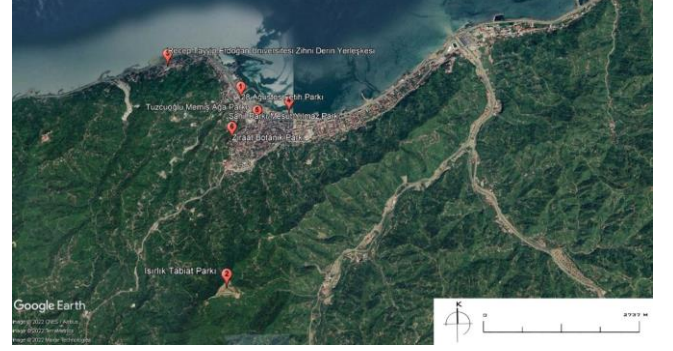
oluşturan tüm ağaç, ağaççık, çalı ve yer örtücü bitkiler çalışma kapsamında yer almıştır. Aynı zamanda araştırmanın ana konusunu oluşturan istilacı bitkilere yönelik literatür de araştırma materyali olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen kentsel açık ve yeşil alanlar belirlenirken içerisinde en fazla takson barındıran alanların seçilmesine dikkat edilmiştir. Bu bağlamda, Çorbacı vd., (2019) tarafından yürütülen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi kapsamındaki “Rize İli Park ve Bahçelerindeki Bitki Türlerinin Envanteri (Proje kodu: FBA-2017-824)”, adlı çalışmadan da yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında incelenen kentsel açık ve yeşil alanlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma kapsamına alınan kentsel açık ve yeşil alanlar.
Table 1. Urban open and green areas included in the study.

No	Parkın Adı	Takson Sayısı
1	28 Ağustos Fetih Parkı	29
2	Isırlık Tabiat Parkı	64
3	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Zihni Derin Yerleşkesi	116
4	Sahil Parkı/Mesut Yılmaz Parkı	87
5	Tuzcuoğlu Memiş Ağa Parkı	19
6	Ziraat Botanik Parkı	125

Çalışma kapsamında incelenen kentsel açık ve yeşil alanların konumları ise Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanlarının konumu (URL 1).
Figure 1. Location of study areas.

Çalışma alanlarındaki taksonların belirlenmesinde fenolojik gözleme dayalı yöntem kullanılmıştır. Daha sonra, elde edilen bitki örnekleri Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Zihni Derin Kampüsü’nde yer alan herbaryumda botanik alanında uzman ekip tarafından incelenerek taksonlar halinde listelenmiştir.

BULGULAR

Çalışma kapsamında, Rize kentsel açık ve yeşil alanlarında kullanıldığı tespit edilen istilacı bitki taksonları ve bu taksonların; familyaları, anavatanları ve buldukları bölgeler Tablo 2’de verilmiştir. Bitki taksonlarının buldukları bölgeler ise Tablo 1’e göre verilmiştir.

Tablo 2. Çalışma kapsamında tespit edilen bitki taksonları (Blundell, 1992; Mosango vd., 2001; Radosevich vd., 2007; Dawson vd., 2008; Kohli vd., 2008; Dharani & Yenesew, 2010; Bhatt vd., 2011; Obiri, 2011; Edmonds, 2012; Witt, 2017; Witt & Luke, 2017; Atasoy & Çorbacı, 2018; Sarı, 2019; Sarı vd., 2020).

Table 2. Plant taxa detected within the scope of the study.

No	Latince Adı	Familyası	Anavatanı	Bulunduğu Bölge
İBRELİ AĞAÇLAR ve AĞAÇCIKLAR				
1	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray) Parl.	CUPRESSACEAE	Kuzey Amerika	1,3,4,5,6
2	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	CUPRESSACEAE	Orta ve Güney Japonya, Çin	1,2,3,4,6
3	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	PINACEAE	Avrupa	3,4,6
4	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	PINACEAE	Fransa, İspanya, Portekiz	1,3,4
5	<i>Pinus sylvestris</i> L.	PINACEAE	Kuzey Avrupa, Kuzey Asya, Türkiye	6
6	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	PINACEAE	Kuzey Amerika	3
GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇLAR ve AĞAÇCIKLAR				
1	<i>Acacia dealbata</i> L.	FABACEAE	Avustralya	2,4,6
2	<i>Acer negundo</i> L.	SAPINDACEAE	Kuzey Amerika	2,4
3	<i>Acer palmatum</i> Thunb. ‘Atropurpureum’	SAPINDACEAE	Japonya, Çin	3,6
4	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	SAPINDACEAE	Batı Asya, Türkiye	3
5	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	SAPINDACEAE	Avrupa, Türkiye	4
6	* <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	SIMORIBACEAE	Çin	3,4,6
7	<i>Albizia julibrissin</i> Durazzo	FABACEAE	Asya	2,3
8	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	BETULACEAE	Avrupa, Kuzey Afrika, Batı Asya, Türkiye	2,3,4,6
9	<i>Alnus orientalis</i> Decne.	BETULACEAE	Türkiye, Kıbrıs, Suriye	2,3,4,6
10	<i>Betula pendula</i> Roth	BETULACEAE	Avrupa, Asya, Türkiye	2,3,4
11	<i>Diospyros lotus</i> L.	EBENACEAE	Asya, Türkiye	2,3
12	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	ROSACEAE	Doğu Asya	1,2,3,4,6
13	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn.	MYRTACEAE	Avustralya	4
14	<i>Ficus carica</i> L.	MORACEAE	Akdeniz’den Orta Asya’ya, Türkiye	3,4,6
15	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	MALVACEAE	Güney Çin, Tayvan	1,3,4,6
16	<i>Koeleruteria paniculata</i> Laxm.	SAPINDACEAE	Çin	3
17	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	LYTHRACEAE	Çin, Hindistan, Himalayalar, Japonya	3,4,6
18	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	OLEACEAE	Asya	1,3,5,6
19	<i>Melia azedarach</i> L.	MELIACEAE	Asya	3
20	<i>Morus alba</i> L.	MORACEAE	Çin	2,4,6
21	<i>Nerium oleander</i> L.	APOCYNACEAE	Avrupa, Asya, Türkiye	1,3,4,6
22	<i>Paulownia tomentosa</i> Steud.	PAULOWNIACEAE	Asya	2,4
23	<i>Phyllostachys aurea</i> A. & C. Riviere	POACEAE	Asya	2,6
24	<i>Phyllostachys nigra</i> (Lodd. ex Lindl.) Munro	POACEAE	Asya	3
25	<i>Populus alba</i> L.	SALICACEAE	Avrupa, Orta Asya, Türkiye	4
26	<i>Populus nigra</i> L. subsp. <i>italica</i> (Duroi) Asch.et Graeb.	SALICACEAE	Avrupa’dan Akdeniz’e, Türkiye	3
27	<i>Prunus avium</i> L.	ROSACEAE	Avrupa, Kuzey Afrika, Türkiye	4,6
28	<i>Prunus cerasus</i> L.	ROSACEAE	Avrupa ve Güneybatı Asya	3
29	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	ROSACEAE	Çin	4

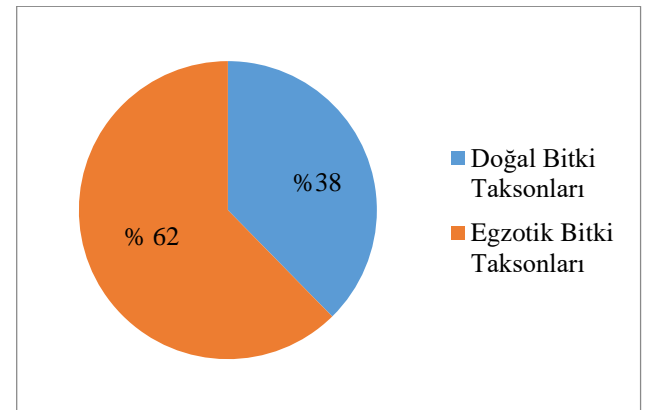
30	<i>Ricinus communis</i> L.	EUPHORBIACEAE	Afrika, Türkiye	3
31	* <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	FABACEAE	Kuzey Amerika	2,3,4,6
32	<i>Salix caprea</i> L.	SALICACEAE	Batı ve Orta Asya, Avrupa, Türkiye	2,3
33	<i>Tamarix tetrandra</i> Pallas	TAMARICACEAE	Doğu Avrupa, Asya, Türkiye	2,6
GENİŞ YAPRAKLI ÇALILAR				
1	<i>Abutilon x hybridum</i> Hort.	MALVACEAE	-	2,5,6
2	<i>Berberis thunbergii</i> DC. 'Atropurpurea'	BERBERIDACEAE	Japonya	1,2,6
3	<i>Berberis vulgaris</i> L.	BERBERIDACEAE	Avrupa'dan İran'a, Türkiye	2,4
4	<i>Buddleja davidii</i> Franch.	BUDDLEJACEAE	Çin	1,2,6
5	<i>Cestrum elegans</i> (Brongn.) Schtdl.	SOLANACEAE	Meksika	2,6
6	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	SOLANACEAE	Batı Hint Adaları	2,6
7	<i>Clerodendrum bungei</i> Steud.	VERBENACEAE	Çin, Kuzey Hindistan	2,6
8	<i>Cortaderia selloana</i> Schult.	POACEAE	Amerika	2,3,4
9	<i>Datura stramonium</i> L.	SOLANACEAE	Amerika	5
10	<i>Elaeagnus pungens</i> Thunb. 'Maculata Aurea'	ELAEAGNACEAE	-	2,3,6
11	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Siebold	CELASTRACEAE	Güney Sibirya'dan Doğu Asya'ya	2,3
12	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	HYDRANGEACEAE	Doğu Asya	1,2,3,4,5,6
13	<i>Ilex aquifolium</i> L.	AQUIFOLIACEAE	Batı ve Orta Avrupa, Kuzey Afrika, Batı Asya, Türkiye	2,3
14	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC	ROSACEAE	Orta ve Güney Çin, Japonya	2,6
15	<i>Lantana camara</i> L.	VERBENACEAE	Orta ve Güney Amerika	2,4,6
16	<i>Lonicera tatarica</i> L.	CAPRIFOLIACEAE	Orta ve Doğu Asya, Sibirya	2,3
17	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	ROSACEAE	Orta ve Güney Avrupa'dan İran'a, Türkiye	1,2,4
18	<i>Rhododendron ponticum</i> L.	ERICACEAE	Bulgaristan, Lübnan, Kafkaslar, Türkiye	2,3,4,6
19	<i>Ribes rubrum</i> L.	GROSSULARIACEAE	Avrupa, Türkiye	2,3
20	<i>Tecomaria capensis</i> (Thunb.) Spach	BIGNONIACEAE	Güney Afrika	3
21	<i>Viburnum opulus</i> L.	ADOXACEAE	Avrupa, Asya, Kuzey Afrika, Türkiye	2,4
PALMİYELER				
1	<i>Chamaerops excelsa</i> Thunb. (syn. <i>Trachycarpus fortunei</i> (Hook.) H.Wendl.)	ARECACEAE	Doğu Asya	3,5,6
2	<i>Phoenix canariensis</i> Hort.	ARECACEAE	Kanarya Adaları	3,4,6
SUKKULENTLER				
1	<i>Agave americana</i> L.	ASPARAGACEAE	Orta Amerika	3,6
2	<i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Mill.	CACTACEAE	Orta ve Güney Meksika	6
YER ÖRTÜCÜLER				
1	<i>Bellis perennis</i> L.	ASTERACEAE	Avrupa, Türkiye	3,6
2	<i>Canna x generalis</i> L.H. Bailey & E.Z. Bailey	CANNACEAE	-	4,6
3	<i>Carpobrotus edulis</i> (L.) N.E.Br.	AIZOACEAE	Güney Afrika	3
4	<i>Hemerocallis fulva</i> L.	ASPHODELACEAE	Asya	3,6
5	<i>Lampranthus roseus</i> (Willd.) Schwantes	AIZOACEAE	Güney Afrika	2,3,6
6	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	NYCTAGINACEAE	Orta ve Güney Amerika	3,6
7	<i>Ornithogalum orthophyllum</i> Ten.	ASPARAGACEAE	Güney Avrupa, Kuzey İran, Kafkasya, Türkiye	1,2,3,4,5,6
8	<i>Phytolacca americana</i> L.	PHYTOLACCACEAE	Kuzey Amerika, Türkiye	6
9	<i>Solanum nigrum</i> L.	SOLANACEAE	Güney Amerika, Türkiye	6
10	<i>Tagetes erecta</i> L. 'Giant Orange'	ASTERACEAE	-	3,6
11	<i>Tagetes patula</i> L.	ASTERACEAE	Meksika, Guatemala	3,6
12	<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.	ASTERACEAE	Avrupa, Asya	1,2,3,4,5,6
13	<i>Tussilago farfara</i> L.	ASTERACEAE	Avrupa, Batı ve Orta Asya, Türkiye	1,2,3,4,5,6
SARILICI VE TIRMANICILAR				
1	<i>Hedera helix</i> L.	HEDERACEAE	Avrupa, Türkiye	3,6
2	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	CAPRIFOLIACEAE	Doğu Asya	2,3
3	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> L.	VITACEAE	Kuzey Amerika	3,6
4	<i>Passiflora edulis</i> Sims	PASSIFLORACEAE	Brezilya	6
5	<i>Polygonum perfoliatum</i> L.	POLYGONACEAE	Asya, Türkiye	3,6
6	<i>Rubus fruticosus</i> L.	ROSACEAE	Kuzey Amerika, Türkiye	4
7	<i>Vinca major</i> L.	APOCYNACEAE	Asya, Türkiye	3,4,6
8	<i>Wisteria sinensis</i> Sweet.	FABACEAE	Çin	1,3,4,5,6

*Bu taksonlar egzotik olmalarına rağmen Türkiye'de oldukça yaygın olarak kullanılmış olması ve istilacı özelliklerinden dolayı doğallaşmış/yarı doğal takson olarak kabul edilmektedirler. (-): Bu taksonlar melez oldukları için anavatanları belirtilmemiştir.

Çalışma alanında istilacı özelliğe sahip toplam 85 farklı bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu bitkilerin 6 tanesi ibrelî ağaç-ağaççık, 33 tanesi geniş yapraklı ağaç-ağaççık, 21 tanesi geniş yapraklı çalı, 2 tanesi palmye, 2 tanesi sukkulent, 13 tanesi yer örtücü ve 8 tanesi sarılıcı-tırmanıcıdır. Ayrıca, tespit edilen 85 bitkiden; 32 tanesinin doğal, 53 tanesinin egzotik olduğu belirlenmiştir. Şekil 2'de görüldüğü üzere çalışma alanında tespit edilen istilacı bitki türlerinin %38'inin doğal ve %62'sinin egzotik bitki olduğu belirlenmiştir. Buna göre, çalışma alanlarında tespit edilen bitkilerin doğallık ve egzotiklik durumları değerlendirildiğinde egzotik bitki türü kullanımının yoğun olduğu ortaya çıkmaktadır.

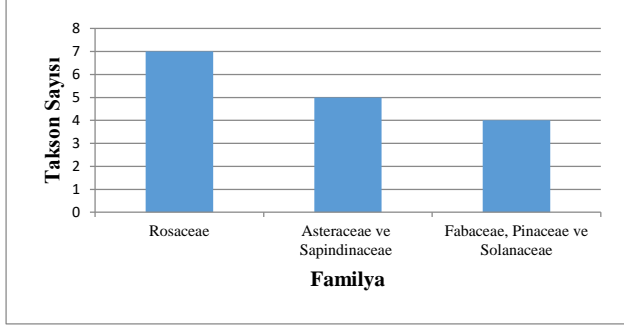
Şekil 3'te görüldüğü üzere çalışma alanında tespit edilen bitkiler familyalarına göre değerlendirildiğinde en fazla takson bulunan familyalar sırası ile Rosaceae (7 takson), Asteraceae ve Sapindaceae (5 Takson),

Fabaceae, Pinaceae ve Solanaceae (4 takson) şeklindedir. Çalışma alanlarında Rosaceae familyası en fazla istilacı özellik gösteren familya olarak ön plana çıkmaktadır.



Şekil 2. Çalışma alanlarında tespit edilen bitkilerin doğallık ve egzotiklik durumları.

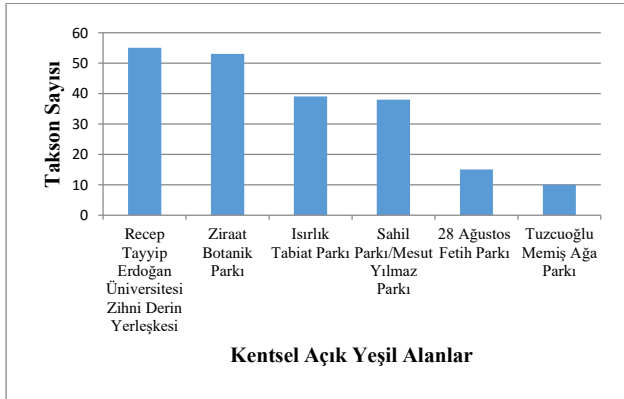
Figure 2. Naturalness-exoticness status of the plants in the study areas.



Şekil 3. Çalışma alanlarında istilacı özelliklere sahip en fazla takson bulunan familyalar.

Figure 3. Families with the most taxa with invasive properties in the study areas.

Şekil 4'te görüldüğü üzere çalışma alanında tespit edilen bitkiler buldukları bölgelere göre değerlendirildiğinde en çok istilacı bitki taksonunun Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Zihni Derin Yerleşkesi'nde (55 takson) bulunduğu belirlenmiştir. Bu kentsel açık ve yeşil alanı sırası ile Ziraat Botanik Parkı (53 takson), Isırlık Tabiat Parkı (39 takson), Sahil Parkı/Mesut Yılmaz Parkı (38 takson), 28 Ağustos Fetih Parkı (15 takson) ve Tuzcuoğlu Memiş Ağa Parkı (10 takson) izlemektedir.



Şekil 4. İstilacı özelliklere sahip bitkilerin en çok bulunduğu kentsel açık yeşil alanlar.

Figure 4. Urban open green areas with the most taxa with invasive properties.

Çalışma alanını kapsayan park ve bahçelerde istilacı özellikleri ile *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser., *Ornithogalum orthophyllum* Ten., *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg. ve *Tussilago farfara* L. 6 farklı kentsel açık yeşil alanda da gözlemlenmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Kentsel açık ve yeşil alanların en önemli unsuru olarak bitkiler kent ekosistemine sundukları birçok önemli faydanın yanı sıra sahip oldukları bazı özellikler ile çevrelere olumsuz etkilerde de bulunabilirler. İstila ettikleri ekosistemde yerel türlerin dağılımını ve

çeşitliliğini olumsuz yönde etkileyerek ekolojik problemlere ve ekonomik zararlara neden olan istilacı bitki taksonları bu konuda verilebilecek en önemli örneklerdendir. Kentsel açık ve yeşil alanların sürdürülebilir ve mümkün olduğunca doğal ekosistemlere zarar vermeden yönetilebilmesi önem taşımaktadır (Tarakçı Eren vd., 2018; Sarı, 2019; Tarakçı Eren vd., 2021). Bu nedenle, istilacı bitkilerin tespit edilmesi ve kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu kapsamda, kentsel alanlarda kullanılacak bitkiler seçilirken estetik ve fonksiyonel özelliklerinin yanı sıra istilacı olup olmadıkları da dikkat edilmesi gereken önemli bir kriterdir. İstilacı bitkilerin kullanım alanlarına özen gösterilmelidir (Tarakçı Eren & Düzenli, 2017).

Doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından kentsel alanlarda yapılacak olan bitkisel uygulama çalışmalarında doğal bitki taksonlarının kullanımı büyük önem taşımaktadır (Alp vd., 2010; Tarakçı Eren, 2019). Çalışma kapsamında istilacı özelliğe sahip olduğu belirlenen 85 bitkiden; 32 tanesinin doğal, 53 tanesinin egzotik olduğu tespit edilmiştir. Egzotik bitkiler yeni taşındıkları coğrafyada çok farklı ekolojik faktörlerle karşı karşıya kalırken bu türlerden bazıları hızla yayılıp zamanla oradaki doğal bitki türlerinin yerini alarak taşındıkları yeni ekosistemleri istila edebilirler. Egzotik bitki varlığının fazlalığı doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından büyük riskler taşımaktadır. Bu nedenle, Rize ilinde doğal bitki kullanımının teşvik edilmesi oldukça önemlidir.

Çalışma alanında yapılan yerinde gözlemler sonucunda ibrelili ağaçlar ve ağaççıklardan; *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don, geniş yapraklı ağaçlar ve ağaççıklardan; *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus orientalis* Decne., *Phyllostachys aurea* A. & C. Riviere, *Phyllostachys nigra* (Lodd. ex Lindl.) Munro, *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. ve *Robinia pseudoacacia* L. geniş yapraklı çalılarından; *Clerodendrum bungei* Steud., *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser., *Kerria japonica* (L.) DC ve *Lantana camara* L., palmiyelerden; *Chamaerops excelsa* Thunb., yer örtücülerden; *Bellis perennis* L., *Ornithogalum orthophyllum* Ten., *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg. ve *Tussilago farfara* L., sarılıcı ve tırmamıcılardan; *Polygonum perfoliatum* L ve *Vinca major* L. taksonları buldukları alanı çok çabuk kuşatabilmekte ve istenmeyen tasarımlara neden olabilmektedir. Özellikle Rize bölgesinde doğal olarak yaşayan *Alnus* cinsi alanları tamamen istila edebilmektedir. Bu nedenle, bu taksonların peyzaj tasarımlarında kullanımına tasarımın niteliğine göre özen göstermek ve istilacı özelliklerinin çok fazla olduğunu göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Türkiye'de istilacı bitki tür ve çeşitliliğine yönelik yeterli bir veri tabanı bulunmamaktadır. Kapsamlı bir istilacı tür listesinin oluşturularak ülkemize ihracatı

yapılacak bitki türlerinin istilacı özelliklerinin bilinmesi ve konu ile ilgili yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Ayrıca, ilgili paydaşların toplumu bilinçlendirecek çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmesi de son derece yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Agbor, C.F. & Makinde, E.O. (2018).** Land surface temperature mapping using geoinformation techniques. *Geoinformatics FCE CTU*, *17*(1), 17-32.
- Agrawal, A.A. & Kotanen, P.M. (2003).** Herbivores and the success of exotic plants: a phylogenetically controlled experiment. *Ecology Letters*, *6*, 712-715.
- Alp, Ş. (2017).** Van'ın, Vanlı olmayan süs bitkileri. *TMMOB Peyzaj Mimarları Odası 6. Peyzaj Mimarlığı Kongresi*, 08-11 Aralık 2016, Ankara, Türkiye, 529-537.
- Alp, Ş., Bilgili, B.C., Çorbacı, Ö.L. & Karaman, K. (2010).** Siğilli huş (*Betula pendula* Roth.) ağacının bitkisel tasarım ilkeleri doğrultusunda fonksiyonelliğinin incelenmesi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, *27*(2), 58-70.
- Atasoy, M. & Çorbacı, Ö.L. (2018).** The invasive alien plants of Turkey a checklist and environmental hazards. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, *8*(5), 1-8.
- Bayramoğlu, E. (2016).** Sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı: KTÜ Kanuni Kampüsü'nün xeriscape açısından değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, *17*(2), 119-127.
- Bhatt, J.R., Singh, J.S., Singh, S.P., Tripathi, R.S. & Kohli, R.K. (2011).** *Invasive alien plants an ecological appraisal for the indian subcontinent*, CABI, UK, 314p.
- Blundell, M. (1992).** *Collins photo guide to the wild flowers of East Africa*, Harper Collins Publishers, London, UK, 464 p.
- Bokaie, M., Zarkesh, M.K., Arasteh, P.D. & Hosseini, A. (2016).** Assessment of urban heat island based on the relationship between land surface temperature and land use/land cover in Tehran. *Sustainable Cities and Society*, *23*, 94-104.
- Çorbacı, Ö.L., Abay, G., Oğuztürk, T. & Üçok, M. (2019).** Rize ili park ve bahçelerindeki bitki türlerinin envanteri. Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje.
- Dawson, W., Mndolwa, A.S., Burslem, D.F.R.P. & Hulme, P.E. (2008).** Assessing the risks of plant invasions arising from collections in tropical botanical gardens. *Biodiversity and Conservation*, *17*(8), 1979-1995.
- Dharani, N. & Yenesew, A. (2010).** *Medicinal plants of East Africa – an illustrated guide*. Najma Dharani in association with Drongo Editing and Publishing, 272 p.
- Douglas, I. (1987).** *The Urban Environment*. Victoria: Edward Arnold, USA.
- Edmonds, J.M. (2012).** Solanaceae, In: Beentjie, H.J. (Ed), *Flora of tropical East Africa*, Royal Botanical Gardens, Kew, UK, 1-240p.
- Gider, P.Z. (2013).** *İstilacı bitki türlerinin ve istila yeteneklerinin tek yıllık otlaklarda ve yol kenarlarında (Aydın, Denizli, Muğla, İzmir) belirlenmesi*. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın, Türkiye, 101s.
- Grimshaw, J. (2002).** *The gardener's atlas*, USA, 224p.
- Gülçin, D. & Yılmaz, K.T. (2021).** Kentsel ölçekte dönüşüm ve yenileme planlarının peyzaj mimarlığı ilkeleri kapsamında değerlendirilmesi, İçinde: Şolt, H.B. (Ed), *Mimarlık planlama ve tasarım alanında araştırma ve değerlendirmeler 2*, 25-44s, Gece Yayınevi, Ankara.
- Gülçin, D. (2019).** The influence of urban growth on surrounding Mediterranean landscapes with particular reference to degradation of olive orchards. *Fresenius Environmental Bulletin*, *28*(5), 3854-3864.
- Kohli, R.K., Jose, S., Singh, H.P. & Batish, D.R. (2008).** *Invasive plants and forest ecosystems*, CRC Press, Florida, USA, 456p.
- Mehrhoff, L.J. (1998).** The biology of plant invasiveness. *Conservation Notes of the New England Wild Flower Society*, *2*(3), 8-10.
- Mosango, M., Maganyi, O. & Namaganda, M. (2001).** A floristic study of weed species of Kampala (Uganda). *Systematics and Geography of Plants*, *71*, 223-236.
- Niemiera, A.X. & Von Holle, B. (2009).** Invasive plant species and the ornamental horticulture industry, In: Inderjit (Ed) *Management of invasive weeds*, Springer, Dordrecht, Holland, 167-187p.
- Obiri, J.F. (2011).** Invasive plant species and their disaster-effects in dry tropical forests and rangelands of Kenya and Tanzania. *Journal of Disaster Risk Studies*, *3*, 417-428.
- Önen, H. (2015).** *Türkiye istilacı bitkiler kataloğu*, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 533s.

- Özaslan, C., Farooq, S. & Önen, H. (2016).** Do railways contribute to plant invasion in Turkey?. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, **62**(3), 285.
- Pezikoğlu, F. (2016).** Yeşil ekonomi göstergeleri ve yeşil etiketler, *XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, 25-27 Mayıs 2016, Isparta, Türkiye, 1389-1398.
- Pimentel, D. (2002).** *Biological invasions: Economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species*, CRC Press, Florida, USA, 369p.
- Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R. & Morrison, D. (2000).** Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*, **50**, 53-65.
- Radosevich, S.R., Holt, J.S. & Ghersa, C.M. (2007).** *Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management*, John Wiley & Sons, New Jersey, USA, 472p.
- Sarı, D. (2019).** Kentsel peyzajda kullanılan bazı istilacı süs bitkileri; Türkiye'den örnekler, İçinde: Dalkılıç, M.(Ed), *Scientific Developments*, Gece Akademi, Ankara, Türkiye, 173-192s.
- Sarı, D., Kurt, U., Resne, Y. & Çorbacı, Ö.L. (2020).** Kent parklarında kullanılan ağaç türlerinin sağladığı ekosistem hizmetleri: Rize Mesut Yılmaz (Sahil) parkı örneği. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, **5**(4), 541-550.
- Seyhan, S. & Bayramoğlu, E. (2021).** Reflections of climate change and its effects on urban planning in urban open green spaces, İçinde: Ranguelov, B., Efe, R., Mihaela S.D. & Atasoy, E. (Ed), *Recent Academic Studies in Sciences*, St. Kliment Ohridski University Press, Sofia, Bulgaria, 65-74p.
- Tarakçı Eren, E. & Düzenli, T. (2017).** Determination of the visual preference levels and perceptual differences in the appearance of certain taxa in different seasons. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(12B), 8304-8315.
- Tarakçı Eren, E. (2019).** Analysis of plant species used in urban open spaces: The Trabzon case. *Applied Ecology and Environmental Research*, **17**(4), 9795-9811.
- Tarakçı Eren, E., Düzenli, T. & Alpak, E.M. (2018).** Sınır elemanı olarak kullanılan bitkiler ve kullanım işlevleri; KTÜ kampüsü. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **18**(2), 108-120.
- Tarakçı Eren, E., Düzenli, T. & Alpak, E.M. (2020).** Analysis of plant material in roadside landscapes: The Trabzon case. *Forestist*, **70**(1), 28-35.
- Tarakçı Eren, E., Düzenli, T. & Alpak, E.M. (2021).** The intended use of plants in campus open green spaces, In: Ranguelov, B., Berdenov, Z.G. & Efe, R. (Ed), *Developments in engineering and architecture*, St. Kliment Ohridski University Press, Sofia, Bulgaria, 76-88p.
- URL-1. Google Earth. (2021).** Erişim tarihi: 19.01.2021, <http://earth.google.com/web/>.
- Vila, M., Basnou, C., Pysek, P., Josefsson, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Nentwig, W., Olenin, S., Roques, A., Roy, D., Hulme P. & Partneres, D. (2010).** How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European cross-taxa assessment. *Front. Ecol. Environ.*, **8**, 135-144.
- Wilcove, D.S., Rothstein, D., Dubow, J., Phillips, A. & Losos, E. (1998).** Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience*, **48**, 607-615.
- Witt, A. (2017).** *Guide to the naturalized and invasive plants of Laikipia*, CABI, Oxfordshire, UK, 178p.
- Witt, A. & Luke, Q. (2017).** *Guide to the naturalized and invasive plants of eastern Africa*, CABI, Oxfordshire, UK, 601p.
- Yang, J., Tang, L., Guan, Y.-L. & Sun, W.-B. (2012).** Genetic diversity of an alien invasive plant mexican sunflower (*Tithonia diversifolia*) in China. *Weed Science*, **60**(4), 552-557.
- Yılmaz, K.T., Alphan, H. & Gülçin, D. (2019).** Assessing degree of landscape naturalness in a Mediterranean coastal environment threatened by human activities. *Journal of Urban Planning and Development*, **145**(2), 05019004.
- Yılmaz, S., Düzenli, T. & Dinçer, D. (2017).** Evaluation of factors related to well-being effects of urban green spaces on users. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**, 174-185.
- Yılmaz, S., Özgüner, H. & Mumcu, S. (2018).** An aesthetic approach to planting design in urban parks and greenspaces. *Landscape Research*, **43**(7), 965-983.
- Zohary, D., Hopf, M. & Weiss, E. (2012).** Domestication of plants in the old world the origin and spread of domesticated plants in southwest Asia, Europe, and the Mediterranean basin, Oxford University Press, UK, 251p.



Antibiotic Resistance of Marine Bacteria on the Sediments of the Black Sea- Comparison of CLSI and EUCAST

Samet KALKAN

Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences, Rize, Turkey

Geliş/Received: 21.12.2021

Kabul/Accepted: 21.03.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

How to cite: Kalkan, S. (2022). Antibiotic resistance of marine bacteria on the sediments of the Black Sea-Comparison of CLSI and EUCAST. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 163-170.

Atıf yapmak için: Kalkan, S. (2022). Karadeniz sedimentlerinden izole edilen deniz bakterilerinin antibiyotik direnci-CLSI ve EUCAST karşılaştırması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 163-170.

ID: <https://orcid.org/0000-0002-5110-5609>

***Corresponding author:**

Samet KALKAN
Recep Tayyip Erdogan University, The
Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences,
Rize, Turkey
✉: samet.kalkan@erdogan.edu.tr

Abstract: Marine sediments are the important reservoirs of antibiotics and resistant genes. Antibiotic resistance becomes a global concern today and bacteria from marine sediments show resistance to multiple microbial agents. This study investigates antibiotic resistance of Gram-negative heterotrophic bacteria from the marine sediment of the Black Sea. The samples were gathered from various sampling locations on the marine environments of the Black Sea between May 2019 and February 2020. The VITEK 2 system was utilized to detect the MIC values against different antibiotics automatically. The MIC values were ranged from 0.12 µg/ml to 80 µg/ml. The highest resistance ratios among all antibiotics were detected as 90% in CLSI and 81% in EUCAST against cefazolin. In general, the resistance ratios were determined as 13.4% in CLSI and 26.1% in EUCAST. All isolates were detected as susceptible to meropenem, cefepime, ceftazidime, colistin, ertapenem, and piperacillin/tazobactam. MAR indexes were ranged between 0 and 0.45. MAR index were detected above or equal the value of 0.2 as 27% in CLSI and 81% in EUCAST among all isolates. This study shows that EUCAST may be better than CLSI in terms of showing the antibiotic exposure among natural isolates and the MAR indexes may be a useful tool for defining the environmental status. The results of this study indicate that antibiotic resistance may be a serious concern in sediments of the Black Sea.

Keywords: Antibiotic, bacteria, black sea, CLSI, EUCAST, sediment.

Karadeniz Sedimentlerinden İzole Edilen Deniz Bakterilerinin Antibiyotik Direnci-CLSI ve EUCAST Karşılaştırması

Öz: Deniz sedimentleri, antibiyotiklerin ve dirençli genlerin önemli rezervuarlarıdır. Antibiyotik direnci günümüzde küresel bir sorun haline gelmektedir ve deniz sedimentlerinden gelen bakteriler, çoklu mikrobiyal ajanlara direnç göstermektedir. Bu çalışma, Karadeniz'in deniz sedimentlerinden izole edilen Gram-negatif heterotrofik bakterilerin antibiyotik direncini araştırmaktadır. Örnekler, Mayıs 2019 ile Şubat 2020 arasında Karadeniz'deki çeşitli örnekleme istasyonlarından toplanmıştır. VITEK 2 sistemi, farklı antibiyotiklere karşı MIC değerlerini otomatik olarak tespit etmek için kullanılmıştır. MİK değerleri 0,12 µg/ml ile 80 µg/ml arasında değişiklik göstermiştir. Tüm antibiyotikler arasında en yüksek direnç oranları sefazoline karşı CLSI'de %90 ve EUCAST'da %81 olarak tespit edilmiştir. Direnç oranları genel olarak CLSI'de %13,4, EUCAST'da ise %26,1 olarak belirlenmiştir. Tüm izolatların meropenem, sefepim, seftazidim, kolistin, ertapenem ve piperasilin/tazobaktama duyarlı olduğu tespit edilmiştir. MAR indeksleri 0 ile 0,45 arasında bulunmuştur. Tüm izolatlarda 0,2 değerinin üzerinde veya eşit olan MAR indeksi CLSI'de %27 ve EUCAST'ta %81 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma, doğal izolatlar arasında antibiyotik maruziyetini gösterme açısından EUCAST'ın CLSI'den daha iyi olabileceğini ve MAR indeksinin çevresel durumu tanımlamada yararlı bir araç olabileceğini belirtmektedir. Bu çalışmanın sonuçları, Karadeniz sedimentlerinde antibiyotik direncinin ciddi bir endişe kaynağı olabileceğini göstermektedir.

***Sorumlu yazar:**

Samet KALKAN
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su
Ürünleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi
Bölümü, Rize, Türkiye
✉: samet.kalkan@erdogan.edu.tr

Anahtar kelimeler: Antibiyotik, bakteri, CLSI, EUCAST, karadeniz, sediment.

INTRODUCTION

Marine sediments are the significant reservoirs of various pollutants, antibiotics, and resistance genes. Bacteria from marine sediments may play a crucial role in the transferring of antibiotic resistance between different ecosystems around the world (Yang et al., 2013). Some bacterial species can become resistant to antibiotics by adapting to environmental conditions. Issues such as climate change may also increase the resistance of bacteria. Human activities and climate change accelerate the resistance of pathogens to antibiotics. The spread of pathogens carried by water and other factors may lead occurring of diseases in humans and other organisms (MacFadden et al., 2018; Cavicchioli et al., 2019). Today, bacterial species that have become resistant to antibiotics through natural selection are getting stronger by making the mechanism of action of drugs dysfunctional. The World Health Organization (WHO) has taken many initiatives in this regard. WHO has announced that active measures should be taken against danger of the antibiotics immediately. Rational use of antibiotics was advised in 2005 and all countries were invited to take precautions against antibiotic resistance. It is estimated that large numbers of people will die from antibiotic-resistant pathogens by 2050 (WHO, 2015).

As a result of antibiotic tests applied to bacteria of clinical origin that can cause various diseases and infections in hospitals, it was determined that these bacteria gained resistance to various types and doses of antibiotics (Ug & Ceylan, 2003; Mikolay et al., 2010; Lima de Silva et al., 2012; Yamina et al., 2014; Sütterlin et al., 2018). Antibiotics cannot be completely absorbed in the human and animal digestive tract. These antibiotics are mixed into the environment and then into the sea through hospital wastes, wastewater, human and animal feces. According to the antibiotic types, these antibiotics mix with groundwater and seas (Schlusener & Bester, 2006; Kim et al., 2011; Matyar, 2012). These bacteria which can reach the seas in various ways can endanger fisheries and public health. Besides, it is known that the resistance of bacterial species increases due to antibiotics and chemicals used in fish farms (Akinbowale et al., 2007). Moreover, it has been reported that there is antibiotic pollution in rivers and streams (Miranda & Castillo, 1998; Pathak & Gopal, 2005; Özaktaş et al., 2012; Xu et al., 2019). It has been also reported in the publications that antibiotic-resistant bacteria reaching the marine environment have multiple plasmids that enable them to acquire a resistance mechanism and carry their genes by transferring them by conjugation (Thavasi et al., 2007).

Turkey ranks first in terms of antibiotic consumption. According to the Organisation for Economic Co-operation and Development, the antibiotic resistance ratio of Turkey in 2015 was reported as 35% which was the highest among the member states. This ratio was detected as seven times higher than the lowest ratio in the organization. The

Ministry of Health in Turkey has set rules to decrease the usage of antibiotics such as ceftazidime, carbapenem, cefepime, glycopeptides, and piperacillin/tazobactam. In the comparison of antibiotic resistance against the eight most important antibiotic combinations between OECD and non-OECD countries in 2015, the country with the highest rates was India with 58%, while Turkey ranked 7th in the world. Turkey was the highest resistance rate among OECD countries (38.8%) and it took first place as the country with the most antibiotic drug use. Despite the 15-year hospital antibiotic restriction program, it was emphasized that health policies should be reviewed urgently and an effective prevention program should be implemented (Altunsoy et al., 2011; Isler et al., 2019). These antibiotics which reach the sea in various ways threaten public and ecosystem health. For this reason, it is essential to monitor the antibiotic resistance of the bacteria from marine environments constantly. Furthermore, bacterial activities on the marine ecosystem and marine sediments should be determined to develop measures against deterioration in the environment.

Previous researches have indicated that the Black Sea especially coastal areas is under the pressure of bacteriological pollution and antibiotic resistance (Altuğ et al., 2008; Terzi and İşler, 2019; Kalkan and Altuğ, 2020, Sabatino et al., 2020; Prekrasna et al., 2022). Several studies have also revealed that bacterial isolates obtain from fish farms and other species were resistant to various antibiotics (Durmaz et al., 2012; Üstünakın et al., 2015; Rakici et al., 2021; Kayış et al., 2021). Despite this, very few studies have focused on resistance of marine sediment bacteria in the Black Sea.

In this study, antibiotic resistances of Gram-negative heterotrophic bacteria from the marine sediment of the Black Sea against the commonly used hospital and veterinary acquired antibiotics were investigated. Resistance ratios were evaluated and compared based on different organizations' guidelines for antibiotic testing. In particular, the spread of antibiotic misuse which is still up to date has been interpreted and the risks it carries for human health and ecosystem functions in the marine ecosystem and especially in the marine sediments have been defined.

MATERIAL AND METHOD

Sampling location: The marine sediment samples were gathered from various sampling locations on marine environments of the Black Sea on a seasonal basis between May 2019, and February 2020 (Figure 1).

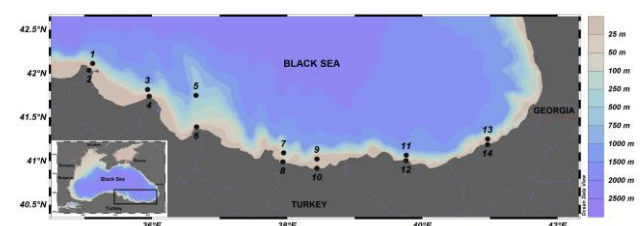


Figure 1. The locations of the stations in the Black Sea.

Ekman grab sampler was utilized to take samples from surface sediment layers (0-5 cm). Different kinds of sediments from various depths were analyzed (Figure 2).

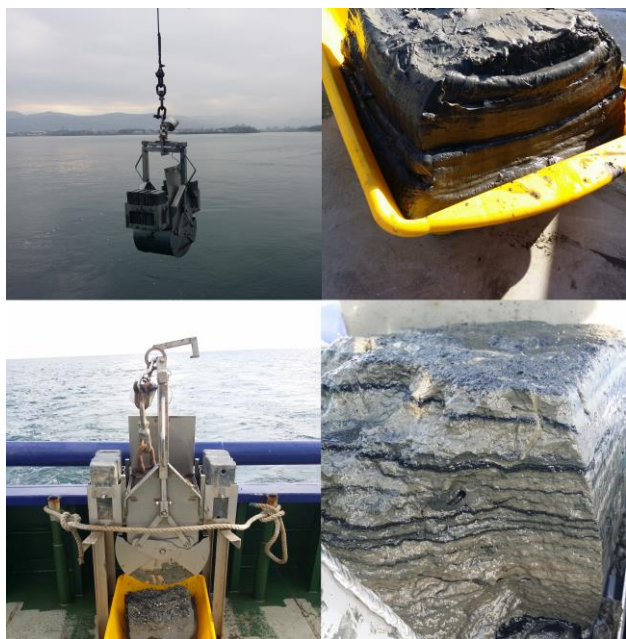


Figure 2. Ekman grab sampler and different sediment structures.

Eleven environmental isolates which were identified on the marine sediment samples of the Black Sea (as laboratory stocks) were tested against different antibiotics. Gram-negative environmental isolates used in this study were summarized by giving detailed information and accession numbers (contains coordinates, stations, etc.) located on the GenBank (Table 1).

Table 1. Tested Gram-negative environmental isolates and accession numbers.

No	Code	Matched bacteria species	Isolation area	Accession number
1	SK-6	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	Ordu	OL839957
2	SK-7	<i>Serratia nematodiphila</i>	Rize	OL839958
3	SK-14	<i>Serratia marcescens</i>	Rize	OL839965
4	SK-15	<i>Pseudomonas monteilii</i>	Sinop	OL839966
5	SK-17	<i>Hafnia paralvei</i>	Samsun	OL839968
6	SK-18	<i>Pantoea agglomerans</i>	Ordu	OL839969
7	SK-19	<i>Pseudomonas moraviensis</i>	Samsun	OL839970
8	SK-20	<i>Pantoea agglomerans</i>	Ordu	OL839971
9	SK-24	<i>Pseudomonas moraviensis</i>	Samsun	OL839975
10	SK-36	<i>Achromobacter deleyi</i>	Giresun	OL839987
11	SK-38	<i>Leclercia adecarboxylata</i>	Trabzon	OL839989

Antibiotic susceptibility test (AST) and Multiple antibiotic resistance (MAR) index: The VITEK® 2 Antimicrobial Susceptibility Tests (AST) were used to determine antibiotic resistance of clinically important bacteria species isolated from marine sediments. AST-N325 cards were utilized to detect the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) values and breakpoints. The VITEK® 2 Systems AST test is an automated test approach based on the MIC technique (MacLowry & Marsh, 1968; Gerlach 1974). The AST is essentially a compacted version of the microdilution method for MIC values (Barry, 1976).

64 microwells contain specified antimicrobials at various concentrations with dried culture medium on each AST card. Each AST card contains different types of antibiotic groups. Amikacin, ampicillin, cefazolin, cefepime, ceftazidime, ceftriaxone, cefuroxime, cefuroxime axetil, ciprofloxacin, colistin, ertapenem, gentamicin, meropenem, piperacillin/tazobactam, tigecycline, trimethoprim/sulfamethoxazole were tested depending on the species. Pure cultures depends on species were incubated on Trypticase Soy Agar with 5% Sheep Blood (TSAB) and Columbia Sheep Blood Agar (CBA) at 35°C to 37°C (aerobic and non-CO₂ conditions) for 18 to 24 hours. Pure cultures at between 0.5-0.63 McFarland turbidity concentration were inoculated to plastic test tubes filled with 3.0 ml of sterile saline solution (0.45% NaCl). 145 µl of this homogenous suspension was transferred in a second tube containing 3.0 ml of saline solution for manual dilution of AST-GN cards. The bacterial growth of each well was monitored after 24 hours automatically. The program measured the growth patterns of each organism in the existence of the antibiotic to the growth control well. Multiple factors depending on growing conditions were considered to assess the MIC and qualitative assessment. The MIC value for each antibiotic and species was calculated by defining the smallest concentration at which there was no growth (Weinstein et al., 2018). MIC values were interpreted based on the breakpoints declared by European Committee for Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) and Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI) (CLSI, 2018; EUCAST, 2021).

The multiple antibiotic resistance index (MAR) is effective in identifying the potential for contamination in high-risk environmental environments. MAR index values were calculated according to Krumperman (1983). Multiple antibiotic resistance index (MAR index) was measured according to the a/b formula. In this formula, “a” is the number of the resistant isolate against all antibiotics, and “b” is the number of all antibiotics tested on the isolate (Krumperman, 1983). The MAR index greater than 0.2 indicates a high risk of contamination, especially with fecal pollution from human-made wastes and animals, while the MAR index of less than 0.2 indicates a low risk of pollution of animal origin, where antibiotics are used very little or not at all (Krumperman, 1983; Matyar et al. 2008; Erdem et al., 2015).

RESULTS

MIC values of Gram-negative isolates against different antibiotic groups were summarized in Table 2. The MIC values were ranged from 0.12 µg/ml to 80 µg/ml. The highest MIC value was detected as 80 µg/ml against trimethoprim/sulfamethoxazole on SK-15 (*Pseudomonas monteilii*). The lowest MIC values were determined as 0.12 µg/ml against cefepime, ceftazidime, and ertapenem on different strains. 38 antibiotic tests (20%) in a total of 187 antibiotic tests were not applicable to some of the isolates.

Table 2. MIC scores (µg/ml) against to various antibiotics of Gram-negative bacteria isolates on the marine sediments of the Black Sea.

No	Antibiotics	SK-6	SK-7	SK-14	SK-15	SK-17	SK-18	SK-19	SK-20	SK-24	SK-36	SK-38
1	Amikacin	<=2	<=2	<=2	4	<=2	<=2	4	<=2	<=2	4	<=2
2	Ampicillin	-	>16	>16	-	<=2	16	-	16	-	-	<=2
3	Cefazolin	>32	>32	>32	>32	<=4	32	>32	32	>32	32	<=4
4	Cefepime	8	<=0.12	<=0.12	2	<=0.12	<=0.12	2	<=0.12	2	8	<=0.12
5	Cefoxitin	-	16	>32	-	<=4	8	-	16	-	-	<=4
6	Ceftazidime	8	0.25	0.25	2	0.25	<=0.12	2	<=0.12	2	0.25	<=0.12
7	Ceftriaxone	16	1	<=0.25	-	<=0.25	1	-	0.5	-	-	<=0.25
8	Cefuroxime	-	>32	>32	-	<=1	16	-	16	-	-	<=1
9	Cefuroxime Axetil	-	>32	>32	-	<=1	16	-	16	-	-	<=1
10	Ciprofloxacin	<=0.25	<=0.25	<=0.25	<=0.25	<=0.25	<=0.25	<=0.25	<=0.25	<=0.25	2	<=0.25
11	Colistin	<=0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	<=0.5	-
12	Ertapenem	-	<=0.12	<=0.12	-	<=0.12	<=0.12	-	<=0.12	-	-	<=0.12
13	Gentamicin	<=1	<=1	<=1	<=1	<=1	<=1	<=1	<=1	<=1	<=1	<=1
14	Meropenem	<=0.25	<=0.25	<=0.25	1	<=0.25	<=0.25	0.5	<=0.25	1	<=0.25	<=0.25
15	Piperacillin/Tazobactam	8	<=4	<=4	8	<=4	<=4	8	<=4	8	<=4	<=4
16	Tigecycline	<=0.5	1	1	2	<=0.5	<=0.5	1	<=0.5	1	<=0.5	<=0.5
17	Trimethoprim/Sulfamethoxazole	<=20	<=20	<=20	80	<=20	<=20	<=20	<=20	40	<=20	<=20

SK-6: (*Acinetobacter calcoaceticus*), SK-7:(*Serratia nematodiphila*), SK-14: (*Serratia marcescens*) SK-15: (*Pseudomonas monteilii*), SK-17: (*Hafnia paralvei*), SK-18: (*Pantoea agglomerans*), SK-19: (*Pseudomonas moraviensis*), SK-20: (*Pantoea agglomerans*), SK-24: (*Pseudomonas moraviensis*), SK-36: (*Achromobacter deleyi*), SK-38: (*Leclercia adecarboxylata*).

Interpretation of MIC values regarding CLSI and EUCAST, and calculated MAR indexes regarding the number of total and resistant strains against antibiotics were summarized in Table 3. The highest resistance ratios among all antibiotics were detected as 90% in CLSI and 81% in EUCAST against cefazolin. All isolates except SK-38 (*Leclercia adecarboxylata*) and SK-17 (*Hafnia paralvei*) which were determined as susceptible and increased exposure were resistant to cefazolin. In general, the resistance ratios general were 13.4% (20 tests) in CLSI and 26.1% (39 tests) in EUCAST among 149 applicable tests for each antimicrobial susceptibility testing organization.

The lowest resistance ratios among all antibiotics were measured as 0% both in CLSI and EUCAST against meropenem, cefepime, ceftazidime, colistin, ertapenem, and piperacillin/tazobactam. All isolates were detected as susceptible to meropenem. In general, the susceptibility ratios were 80.5% (120 tests) in CLSI and 51.6% (77 tests) in EUCAST among 149 applicable tests for each antimicrobial susceptibility testing guideline. 9 tests (6%) were identified as intermediate in CLSI. 19 tests (12.7%) were interpreted as susceptible, increased exposure (I*) in EUCAST.

Table 3. Calculated MAR indexes and Interpretation of MIC values regarding CLSI and EUCAST.

No	Antibiotics	SK-6		SK-7		SK-14		SK-15		SK-17		SK-18		SK-19		SK-20		SK-24		SK-36		SK-38		RPAI (%)			
		CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST	CLSI	EUCAST		
1	Amikacin	S	S	S	R	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0	27	
2	Ampicillin	-	-	R	R	R	R	R	R	R	S	I	R	-	-	I	R	-	-	-	-	S	S	S	S	50	66
3	Cefazolin	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I*	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	I*	S	90	81
4	Cefepime	S	I*	S	S	S	S	S	S	I*	S	S	S	S	I*	S	S	S	I*	S	S	I*	S	S	S	0	0
5	Cefoxitin	-	-	I	*	R	*	-	-	S	*	S	*	-	-	I	*	-	-	-	-	S	*	S	*	16	0
6	Ceftazidime	S	I*	S	S	S	S	S	I*	S	S	S	S	S	I*	S	S	S	I*	S	S	S	S	S	S	0	0
7	Ceftriaxone	R	R	S	S	S	S	-	-	S	S	S	S	-	-	S	S	-	-	-	-	S	S	S	S	14	14
8	Cefuroxime	-	-	R	R	R	R	-	-	S	I*	I	R	-	-	I	R	-	-	-	-	S	I*	S	I*	33	66
9	Cefuroxime Axetil	-	-	R	*	R	*	-	-	S	I	R	-	-	I	R	-	-	-	-	-	S	S	S	S	33	33
10	Ciprofloxacin	S	S	S	S	S	S	S	I*	S	S	S	S	S	I*	S	S	S	I*	I	R	S	S	S	S	0	9
11	Colistin	S	S	-	*	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	*	-	-	-	0	0
12	Ertapenem	-	-	S	S	S	S	-	-	S	S	S	S	-	-	S	S	-	-	-	-	S	S	S	S	0	0
13	Gentamicin	S	S	S	R	S	R	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S	0	54
14	Meropenem	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	0	0
15	Piperacillin/Tazobactam	S	S	S	S	S	S	S	I*	S	S	S	S	S	I*	S	S	S	I*	S	S	S	S	S	S	0	0
16	Tigecycline	S	S	S	R	S	R	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	0	45
17	Trimethoprim/Sulfamethoxazole	S	R	S	*	S	*	R	*	S	R	S	S	S	*	S	S	S	*	S	R	S	R	S	R	9	45
MAR Index		0.16	0.25	0.25	0.35	0.31	0.35	0.20	0.30	0.12	0.06	0.06	0.25	0.10	0.30	0.06	0.25	0.10	0.30	0.09	0.45	0.00	0.06				

S= Susceptible; I= Intermediate (CLSI); I*= Susceptible, increased exposure (EUCAST); R=Resistant; -not applicable; * =Categorising the susceptibility of the organism is not possible. There is no approved method and breakpoints have not been determined (EUCAST)

SK-6: (*Acinetobacter calcoaceticus*), SK-7:(*Serratia nematodiphila*), SK-14: (*Serratia marcescens*) SK-15: (*Pseudomonas monteilii*), SK-17: (*Hafnia paralvei*), SK-18: (*Pantoea agglomerans*), SK-19: (*Pseudomonas moraviensis*), SK-20: (*Pantoea agglomerans*), SK-24: (*Pseudomonas moraviensis*), SK-36: (*Achromobacter deleyi*), SK-38: (*Leclercia adecarboxylata*), RPAI: Resistance percentageFor all isolates

MAR indexes were ranged between 0 and 0.45 regarding isolates, antibiotics, and interpretation guidelines. MAR indexes were detected above or equal the value of 0.2 among 3 isolates (27%) in CLSI and 9 isolates (81%) in EUCAST. The highest MAR index was measured as 0.45 in SK-36 (*Achromobacter deleyi*) regarding EUCAST and The lowest MAR index was calculated as 0.00 in SK-38 (*Leclercia adecarboxylata*) regarding CLSI. The MAR indexes were computed higher in EUCAST than CLSI except SK-17 (*Hafnia paralvei*).

DISCUSSION AND CONCLUSION

Interestingly, antibiotic resistance researches conducted on sediments of the Black Sea are limited specifically in the research area. Recent evidence suggests that the Black Sea contains effective antibiotic resistance genes especially in the water columns. It is also reported that resistance genes abundance was higher in deep layers below 100 meters surprisingly (Sabatino et al., 2020). According to Özcan et al., (2013), marine actinomycetes isolates are more

active than soil isolates in producing antimicrobial compounds. In the study of Gul-Seker and Mater, (2009), isolates from the Bosphorus entrance of The Black Sea water column show multiple antibiotic resistance to several agents up to 5 antibiotics such as trimethoprim-sulfamethoxazole. Erdem et al., (2017) reported isolates from Kilyon coasts in the Black Sea were detected as resistant to penicillin (93%) and ampicillin (48%) while susceptible to gentamicin (90%) and amikacin (90%). Ture et al., (2018) reported that sediment bacteria gain noticeable resistance abilities because of fish farming in the Black Sea. Akkan and Mutlu (2016) revealed that isolates from seawater of Giresun Coast in the Black Sea show resistance to cefazolin (46.50%), amikacin (41.50%), cefuroxime (35.50%), and ampicillin (15.50%). They also reported that the MAR indexes above 0.2 were higher in 91% of all isolates. According to the study by Kimiran-Erdem et al., (2007), bacterial isolates from the Bosphorus and entrance of The Black Sea have resistance to amikacin (25%), ampicillin (6%), and gentamycin (2%). Similarly, the current study found that bacteria from the marine sediments of the Black Sea show resistance to commonly used antibiotics such as cefazolin and ampicillin although the current study was unable to detect whether the resistance is natural or acquired. However, the findings of this study would seem to suggest that the same species such as SK-18, SK-20 (*Pantoea agglomerans*), and SK-19, 24 (*Pseudomonas moraviensis*) show different resistance and MIC values against to same antibiotics may be a piece of evidence that antibiotic resistance is not natural, but acquired later. Taken together, these findings suggest that there may be a concerning antibiotic exposure and contamination in marine sediments of the Black Sea.

On the other hand, Akkan's (2017) findings show that isolates from the Batlama Creek were resistant to ampicillin (75%), amikacin (34%), and cefazolin (33%). Akkan (2017) also revealed high MAR indexes (in 77% of all isolates) which indicates antibiotic pollution in the environment. Işık and Akkan (2021) reported that isolates from the Gelevera Creek show resistance to cefazolin (69.6%), cefuroxime (59.4%), ampicillin (46%), and amikacin (21.7%). Their MAR index ratio (80%) reveals that the Gelevera Creek which is discharge to the Black Sea carries tremendously resistant bacteria against common antibiotics. Previous studies have also demonstrated that bacteria from fish species also show resistance to ampicillin, sulfamethoxazole, trimethoprim (Kayış et al., 2009; Capkin et al., 2015; Ture & Alp, 2016). Rakici et al., (2021) reported that Gram-negative bacteria isolated on frog species from the Eastern Black Sea are resistant to ampicillin and cefazolin. Therefore, it can be assumed that the creeks, streams, rivers, and organisms also may be important antibiotic transporters to the sediments of the Black Sea. It could conceivably be hypothesized that resistance in sediment may be even higher than seawater, coastal areas, and rivers regards the accumulation and persistence of antibiotics without sufficient degradation.

Multiple antibiotic resistance is a concerning issue for human health. MAR index is an important index to indicate antibiotic exposure in the source of animals and humans. In the research of Gul-Seker and Mater (2009), MAR indexes were found between 0.250 and 0.625. Erdem et al., (2017) revealed that high MAR values show antibiotic contamination because of the human effects. Likewise, in the current study, the MAR indexes showed high-risk fecal contamination from human-made wastes and animals. It can thus be suggested that the MAR index may be a useful tool for defining the resistance levels as well as the environmental status for the anthropogenic impacts.

In recent years, there has been an increasing interest in comparing CLSI and EUCAST standards (Mendes et al., 2010; Sader et al., 2021). While CLSI standards were used in Turkey before, institutions and organizations in Turkey have started to use EUCAST standards with the widespread acceptance of EUCAST standards with the advice of the European Union. In this context, the values found in the EUCAST limit tables have gained importance. It has become necessary to determine the MIC values of bacteria to understand whether there is a dangerous situation for the ecosystem and public health in terms of the effects of antibiotics (Gur et al., 2016). Since most of these antibiotics originate from hospitals, it is important to detect possible pollution risks from hospitals to the sea. It is known that Turkey is at the top of the misuse of antibiotics and antibiotic misusage is increasing dramatically. Resistant sediment bacteria against common antibiotics may infect people and cause serious illness in long term. Even new generation antibiotics may become ineffective against these wild and evolved bacteria that have gained resistance and pose serious problems for human health. The results of this study also show that EUCAST may be better than CLSI in terms of showing the antibiotic exposure not only in clinical and but also in environmental isolates and marine sediments as well.

Super-bacteria (superbugs) are defined as bacteria that are almost resistant to all known antibiotics and cannot be killed by antibiotics, and their importance in antibiotic resistance approaches is increasing day by day (Arias & Murray, 2009; Duarte-Neto, 2019). Super-bacteria which have been found to be resistant to β -lactam and all its derivative antibiotics started to cause panic by posing a danger to public health with the reporting of new clinical cases since 2010 (Chung & Lee, 2011; Jacome & Gonzales-Zubiate, 2019). The current research was not specifically designed to evaluate super-bacteria skills. However, the evidence from this study suggests that antibiotic-bacteria in sediments of the Black Sea may evolve to super-bacteria with the increase of excessive antibiotic exposure in time and damage human health and marine ecosystems.

Although the One Health approach is a concept that has recently started to be used today its history dates back to ancient times. One Health emphasizes the importance of multidisciplinary work to create optimal health for the public and the environment at the national and international level.

Emerging epidemics have led us to use interdisciplinary sciences for challenging health problems. The One Health has come popular because of intersectoral and interdisciplinary approaches which give extra advantages. An important point in the single health approach is antibiotic misuse and resistance (Léger et al., 2018; Rüegg et al., 2018). The One Health perspective is advised by the scientists and several communities to tackle emerging problems such as antibiotic resistance. Approximately 700,000 people in the world die annually due to antibiotic-resistant pathogens. It is estimated that this number will reach ten million people by 2050 and the financial loss will be 100 trillion dollars. In this case, the damage of antibiotic resistance will leave cancer behind. It has long been known that antibiotic resources are wasted. It is stated that urgent action should be taken to reverse current trends in antibiotic resistance with a single health approach (Zinsstag et al., 2009; Collignon, 2015; Robinson et al., 2016; Kingsley & Taylor, 2017; European Commission, 2017; McEwen & Collignon, 2018). The results of this research suggest the idea that the marine environments and especially sediments may play a crucial role in terms of showing antibiotic resistance and exposure in the aspect of the One Health concept.

The results of this study has indicated that antibiotic resistance may be a serious concern in sediments of the Black Sea. More research is required to determine the impact of resistant marine sediment bacteria on One Health approach. Further investigation using shotgun metagenomic sequencing to define antibiotic resistance in better aspects is strongly recommended. Also, future research needs to examine more closely the links and similarities in terms of resistance between clinical human pathogens and marine sediment bacteria.

REFERENCES

- Akinbowale, O.L., Peng, H., Grant, P. & Barton, M.D. (2007). Antibiotic and heavy metal resistance in motile aeromonads and pseudomonads from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms in Australia. *International journal of antimicrobial agents*, **30**(2), 177-182. DOI: [10.1016/j.ijantimicag.2007.03.012](https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2007.03.012)
- Akkan, T. (2017). Antibiotic resistance case study: Enterobacteriaceae isolated from Batlama Creek in Giresun, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **5**(8), 969-972. DOI: [10.24925/turjaf.v5i8.969-972.1262](https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i8.969-972.1262)
- Akkan, T. & Mutlu, C. (2016). Determination of antibiotics resistance levels in Enterobacteriaceae isolated from Giresun coasts. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **4**(8), 640-650. DOI: [10.24925/turjaf.v4i8.640-650.721](https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i8.640-650.721)
- Altuğ, G., Çardak, M. & Çiftçi Türetken P.S., (2008). The Levels of Indicator Bacteria and Antibiotic Resistance Strains of the Western Black Sea Region Turkey. *Climate change in the Black sea - Hypothesis, Observations, Trends, Scenarios And Mitigation Strategy for the Ecosystem (BS-HOT)*, 6-9 October 2008, Varna, Bulgaria.
- Altunsoy, A., Aypak, C., Azap, A., Ergönül, Ö., & Balk, İ. (2011). The impact of a nationwide antibiotic restriction program on antibiotic usage and resistance against nosocomial pathogens in Turkey. *International journal of medical sciences*, **8**(4), 339. DOI: [10.7150/ijms.8.339](https://doi.org/10.7150/ijms.8.339)
- Arias, C.A. & Murray, B.E. (2009). Antibiotic-resistant bugs in the 21st century-a clinical super-challenge. *New England Journal of Medicine*, **360**(5), 439-443. DOI: [10.1056/NEJMp0804651](https://doi.org/10.1056/NEJMp0804651)
- Barry, A.L. (1976). *The antimicrobial susceptibility test: principles and practices*. Lippincott Williams & Wilkins. USA.
- Capkin, E., Terzi, E. & Altinok, I. (2015). Occurrence of antibiotic resistance genes in culturable bacteria isolated from Turkish trout farms and their local aquatic environment. *Dis. Aquat. Org.*, **114**, 127-137. DOI: [10.3354/dao02852](https://doi.org/10.3354/dao02852)
- Cavicchioli, R., Ripple, W.J., Timmis, K.N., Azam, F., Bakken, L.R., Baylis, M., ... & Webster, N.S. (2019). Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. *Nature Reviews Microbiology*, **17**(9), 569-586. DOI: [10.1038/s41579-019-0222-5](https://doi.org/10.1038/s41579-019-0222-5)
- Chung, H.C. & Lee, R.P. (2011). Multidrug-resistant bacteria in the hospital: the focus of nursing care. *Hu li za zhi The journal of nursing*, **58**(4), 11-15. PMID: 21809282
- CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). (2018). *Performance standards for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically*, 11th ed. CLSI standard M07. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA
- Collignon, P. (2015). Antibiotic resistance: are we all doomed?. *Internal medicine journal*, **45**(11), 1109-1115. DOI: [10.1111/imj.12902](https://doi.org/10.1111/imj.12902)
- Duarte-Neto, A. N. (2019). Pathology of infectious diseases: new agents, opportunistic, neglectable, emergent, reemergent diseases and why not super resistant nosocomial bacteria?. *Autopsy & case reports*, **9**(3). DOI: [10.4322/acr.2019.126](https://doi.org/10.4322/acr.2019.126)
- Durmaz, Y., Onuk, E. E. & Ciftci, A. (2012). Investigation of the presence and antibiotic susceptibilities of *Flavobacterium psychrophilum* in rainbow trout farms (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in The Middle and Eastern Black Sea Regions of Turkey. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **59**(2), 141-146. DOI: [10.1501/Vetfak_0000002516](https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002516)
- Erdem, A.K., Aydoğdu, E.O.A., Gulener, M., Zorbozan, H., Balci, M., Yesilova, K. & Balkis, N. (2017). The determination of bacteriological quality of Kilyos-İğneada coast and sea water. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(1), 533-544.
- Erdem, A.K., Aydoğdu, E.Ö.A., Gürün, S. & Altun, Ö. (2015). Determination of multiple antibiotic and heavy metal resistance of the bacteria isolated from the Küçükçekmece Lagoon, Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, **24**(3), 1077-1084. DOI: [10.15244/pjoes/29202](https://doi.org/10.15244/pjoes/29202)
- EUCAST (The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing). (2021). *Breakpoint tables*

- for interpretation of MICs and zone diameters. Version 11.0, Date of Access: 1 December 2021. <http://www.eucast.org>
- European Commission. (2017).** *A European One Health Action Plan against Antimicrobial Resistance (AMR) Brussels: European Commission.* Date of Access: 19.12.2021 https://ec.europa.eu/health/amr/sites/amr/files/amr_action_plan_2017_en.pdf
- Gerlach, E. H. (1974).** *Microdilution I: a comparative study.* Current techniques for antibiotic susceptibility testing. (Ed) Charles C Thomas, Springfield, Ill, 63-76.
- Gul-Seker, M., & Mater, Y. (2009).** Assessment of metal and antibiotic-resistance in marine bacteria isolated from Izmit Bay and Bosphorus entrance of Marmara and Black Sea, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, *18*(11A), 2192-2202.
- Gur, D., Aydemir, Ş., Çöplü N., Gülay, Z., Hasdemir, U., Karahan, Z.C., Karatuna, O., Kayacan, Z.C. & Söyletir, G. (2016).** Antibiyotik Duyarlılık Testleri, EUCAST: Uygulama, Yorum ve Uzman Kurallar, *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, *46*.
- Isler, B., Keske, Ş., Aksoy, M., Azap, Ö.K., Yilmaz, M., Yavuz, S.Ş., ... & Ergönül, Ö. (2019).** Antibiotic overconsumption and resistance in Turkey. *Clinical Microbiology and Infection*, *25*(6), 651-653. DOI: [10.1016/j.cmi.2019.02.024](https://doi.org/10.1016/j.cmi.2019.02.024)
- Işık, H. & Akkan, T. (2021).** The Global Problem of the Antibiotic and Heavy Metal Resistance in Aquatic Resources, An examination of Gelevera Creek (Giresun), Turkey. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, *6*(3), 382-389. DOI: [10.35229/jaes.960110](https://doi.org/10.35229/jaes.960110)
- Jacome, M.P.O. & Gonzales-Zubiate, F.A. (2019).** How to stop the spreading of super bacteria?. *Brasil Para Todos-Revista Internacional*, *7*(1), 10-14.
- Kalkan, S. & Altuğ, G. (2020).** The composition of cultivable bacteria, bacterial pollution, and environmental variables of the coastal areas: an example from the Southeastern Black Sea, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *192*(6), 1-23. DOI: [10.1007/s10661-020-08310-5](https://doi.org/10.1007/s10661-020-08310-5)
- Kayış, Ş., Soyköse, G., İpek, Z.Z. & Er, A. (2021).** Determination of Bacterial Contamination and Antibiotic Resistance of the Bacteria in the Some Trout Farm Hatcheries in the Eastern Black Sea Region of Turkey. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, *7*(2), 101-107. DOI: [10.17216/LimnoFish.827718](https://doi.org/10.17216/LimnoFish.827718)
- Kayış, S., Çapkin, E., Balta, F. & Altınok, I. (2009).** Bacteria in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Southern Black Sea Region of Turkey - A Survey. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, *61*(4), 339-344.
- Kim, K.R., Owens, G., Kwon, S.I., So, K.H., Lee, D.B. & Ok, Y.S. (2011).** Occurrence and environmental fate of veterinary antibiotics in the terrestrial environment. *Water, Air & Soil Pollution*, *214*(1), 163-174. DOI: [10.1007/s11270-010-0412-2](https://doi.org/10.1007/s11270-010-0412-2)
- Kimiran-Erdem, A., Arslan, E.O., Yurudu, N.O.S., Zeybek, Z., Dogruoz, N. & Cotuk, A. (2007).** Isolation and identification of enterococci from seawater samples: assessment of their resistance to antibiotics and heavy metals. *Environmental Monitoring and Assessment*, *125*(1), 219-228. DOI: [10.1007/s10661-006-9506-0](https://doi.org/10.1007/s10661-006-9506-0)
- Kingsley, P. & Taylor, E. M. (2017).** One Health: competing perspectives in an emerging field. *Parasitology*, *144*(1), 7-14. DOI: [10.1017/S0031182015001845](https://doi.org/10.1017/S0031182015001845)
- Krumperman, P.H. (1983).** Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. *Applied and environmental microbiology*, *46*(1), 165-170. DOI: [10.1128/AEM.46.1.165-170.1983](https://doi.org/10.1128/AEM.46.1.165-170.1983)
- Léger, A., Stärk, K. D., Rushton, J. & Nielsen, L. R. (2018).** A one health evaluation of the University of Copenhagen Research Centre for control of antibiotic resistance. *Frontiers in Veterinary Science*, *5*(194). DOI: [10.3389/fvets.2018.00194](https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00194)
- Lima de Silva, A.A., de Carvalho, M.A., de Souza, S.A., Dias, P.M., da Silva Filho, R.G., de Meirelles Saramago, C.S., de Melo Bento, C.A. & Hofer, E. Lima e Silva, A.A. D., Carvalho, M.A., de Souza, S.A., Dias, P.M.T., Silva Filho, R.G.D., Saramago, C.S., ... & Hofer, E. (2012).** Heavy metal tolerance (Cr, Ag and Hg) in bacteria isolated from sewage. *Brazilian Journal of Microbiology*, *43*, 1620-1631. ISSN 1517-8382
- MacFadden, D.R., McGough, S.F., Fisman, D., Santillana, M. & Brownstein, J.S. (2018).** Antibiotic resistance increases with local temperature. *Nature Climate Change*, *8*(6), 510-514. DOI: [10.1038/s41558-018-0161-6](https://doi.org/10.1038/s41558-018-0161-6)
- MacLowry, J.D. & Marsh, H.H. (1968).** Semiautomatic microtechnique for serial dilution-antibiotic sensitivity testing in the clinical laboratory. *The Journal of laboratory and clinical medicine*, *72*(4), 685-687. DOI: [10.5555/uri:pii:0022214368901960](https://doi.org/10.5555/uri:pii:0022214368901960)
- Matyar, F. (2012).** Antibiotic and heavy metal resistance in bacteria isolated from the Eastern Mediterranean Sea coast. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, *89*(3), 551-556. DOI: [10.1007/s00128-012-0726-4](https://doi.org/10.1007/s00128-012-0726-4)
- Matyar, F., Kaya, A. & Dinçer, S. (2008).** Antibacterial agents and heavy metal resistance in Gram-negative bacteria isolated from seawater, shrimp and sediment in Iskenderun Bay, Turkey. *Science of the Total Environment*, *407*(1), 279-285. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2008.08.014](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.08.014)
- McEwen, S.A. & Collignon, P. J. (2018).** Antimicrobial resistance: a one health perspective. *Microbiology spectrum*, *6*(2), 6-2. DOI: [10.1128/MICROBIOLSP.00000-2017](https://doi.org/10.1128/MICROBIOLSP.00000-2017)
- Mendes, R. E., Sader, H.S. & Jones, R.N. (2010).** Activity of telavancin and comparator antimicrobial agents tested against *Staphylococcus* spp. isolated from hospitalised patients in Europe (2007-2008). *International journal of antimicrobial agents*, *36*(4), 374-379. DOI: [10.1016/j.ijantimicag.2010.05.016](https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2010.05.016)
- Mikolay, A., Huggett, S., Tikana, L., Grass, G., Braun, J. & Nies, D.H. (2010).** Survival of bacteria on metallic copper surfaces in a hospital trial. *Applied microbiology and biotechnology*, *87*(5), 1875-1879. DOI: [10.1007/s00253-010-2640-1](https://doi.org/10.1007/s00253-010-2640-1)
- Miranda, C.D. & Castillo, G. (1998).** Resistance to antibiotic and heavy metals of motile aeromonads from Chilean freshwater. *Science of the total environment*, *224*(1-3), 167-176. DOI: [10.1016/S0048-9697\(98\)00354-4](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(98)00354-4)

- Özaktas, T., Taskin, B. & Gozen, A.G. (2012). High level multiple antibiotic resistance among fish surface associated bacterial populations in non-aquaculture freshwater environment. *Water research*, **46**(19), 6382-6390. DOI: [10.1016/j.watres.2012.09.010](https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.09.010)
- Özcan, K., Aksoy, S.Ç., Kalkan, O., Uzel, A., Hames-Kocabas, E.E. & Bedir, E. (2013). Diversity and antibiotic-producing potential of cultivable marine-derived actinomycetes from coastal sediments of Turkey. *Journal of Soils and Sediments*, **13**(8), 1493-1501. DOI: [10.1007/s11368-013-0734-y](https://doi.org/10.1007/s11368-013-0734-y)
- Pathak, S.P. & Gopal, K. (2005). Occurrence of antibiotic and metal resistance in bacteria from organs of river fish. *Environmental research*, **98**(1), 100-103. DOI: [10.1016/j.envres.2004.05.012](https://doi.org/10.1016/j.envres.2004.05.012)
- Prekrasna, I., Pavlovska, M., Dzhulai, A., Dykyi, E., Alygizakis, N. & Slobodnik, J. (2022). Antibiotic Resistance In Black Sea Microbial Communities. *Frontiers in Environmental Science*, **68**(10), 823172. DOI: [10.3389/fenvs.2022.823172](https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.823172)
- Rakici, E., Altunisik, A., Sahin, K., & Ozgumus, O. B. (2021). Determination and molecular analysis of antibiotic resistance in Gram-negative enteric bacteria isolated from *Pelophylax* sp. in the Eastern Black Sea Region. *Acta Veterinaria Hungarica*, **69**(3), 223-233. DOI: [10.1556/004.2021.00039](https://doi.org/10.1556/004.2021.00039)
- Robinson, T.P., Bu, D.P., Carrique-Mas, J., Fèvre, E.M., Gilbert, M., Grace, D., ... & Woolhouse, M.E. (2016). Antibiotic resistance is the quintessential One Health issue. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **110**(7), 377-380. DOI: [10.1093/trstmh/trw048](https://doi.org/10.1093/trstmh/trw048)
- Rüegg, S.R., Häslar, B. & Zinsstag, J. (Eds.). (2018). *Integrated approaches to health: a handbook for the evaluation of One Health*. Wageningen Academic Publishers.
- Sabatino, R., Di Cesare, A., Dzhenbekova, N., Fontaneto, D., Eckert, E. M., Corno, G. & Callieri, C. (2020). Spatial distribution of antibiotic and heavy metal resistance genes in the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **160**, 111635. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2020.111635](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111635)
- Sader, H.S., Carvalhaes, C.G., Streit, J.M., Arends, S.R. & Mendes, R. E. (2021). Antimicrobial activity of dalbavancin against clinical isolates of coagulase-negative staphylococci from the USA and Europe stratified by species. *Journal of global antimicrobial resistance*, **24**, 48-52. DOI: [10.1016/j.jgar.2020.11.020](https://doi.org/10.1016/j.jgar.2020.11.020)
- Schlüsener, M.P. & Bester, K. (2006). Persistence of antibiotics such as macrolides, tiamulin and salinomycin in soil. *Environmental Pollution*, **143**(3), 565-571. DOI: [10.1016/j.envpol.2005.10.049](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.10.049)
- Sütterlin, S., Téllez-Castillo, C.J., Anselem, L., Yin, H., Bray, J.E. & Maiden, M.C. (2018). Heavy metal susceptibility of *Escherichia coli* isolated from urine samples from Sweden, Germany, and Spain. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, **62**(5), e00209-18. DOI: [10.1128/AAC.00209-18](https://doi.org/10.1128/AAC.00209-18)
- Terzi, E. & Isler, H. (2019). Antibiotic resistance genes of *Escherichia coli* in coastal marine environment of Eastern Black Sea, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **28**, 1594-1601.
- Thavasi, R., Aparnadevi, K., Jayalakshmi, S. & Balasubramanian, T. (2007). Plasmid mediated antibiotic resistance in marine bacteria. *Journal of Environmental Biology*, **28**(3), 617.
- Ture, M. & Alp, H. (2016). Identification of bacterial pathogens and determination of their antibacterial resistance profiles in some cultured fish in Turkey. *Journal of Veterinary Research*, **60**(2), 141-146. DOI: [10.1515/jvetres-2016-0020](https://doi.org/10.1515/jvetres-2016-0020)
- Ture, M., Altinok, I. & Alp, H. (2018). Effects of cage farming on antimicrobial and heavy metal resistance of *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium*, and *Lactococcus garvieae*. *Microbial Drug Resistance*, **24**(9), 1422-1430. DOI: [10.1089/mdr.2018.0040](https://doi.org/10.1089/mdr.2018.0040)
- Ug, A. & Ceylan, Ö. (2003). Occurrence of resistance to antibiotics, metals, and plasmids in clinical strains of *Staphylococcus* spp. *Archives of medical research*, **34**(2), 130-136. DOI: [10.1016/S0188-4409\(03\)00006-7](https://doi.org/10.1016/S0188-4409(03)00006-7)
- Üstünakın, K., Durmaz, Y. & Gürcan, Ö.C. (2015). Isolation of *Yersinia ruckeri* in Rainbow Trout Farms in Middle and East Black Sea Region and Determination of Antibiotic Susceptibility Profiles. *Aquaculture Studies*, **15**(1), 059-065. DOI: [10.17693/yunusae.v15i21955.235744](https://doi.org/10.17693/yunusae.v15i21955.235744)
- Weinstein, M.P., Patel, J.B., Burnhman, C.-A. & Zimmer, B.L. (2018). *Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically*. Approval CDM-A. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.
- WHO. (2015). *Global action plan on antimicrobial resistance*, Date of Access: 7 December 2021. <https://www.who.int/antimicrobial-resistance/global-action-plan/en/>
- Xu, M., Wu, J., & Chen, L. (2019). Virulence, antimicrobial and heavy metal tolerance, and genetic diversity of *Vibrio cholerae* recovered from commonly consumed freshwater fish. *Environmental Science and Pollution Research*, **26**(26), 27338-27352. DOI: [10.1007/s11356-019-05287-8](https://doi.org/10.1007/s11356-019-05287-8)
- Yamina, B., Tahar, B., Lila, M., Hocine, H. & Laure, F.M. (2014). Study on cadmium resistant-bacteria isolated from hospital wastewaters. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, **5** (8). DOI: [10.4236/abb.2014.58085](https://doi.org/10.4236/abb.2014.58085)
- Yang, J., Wang, C., Shu, C., Liu, L., Geng, J., Hu, S. & Feng, J. (2013). Marine sediment bacteria harbor antibiotic resistance genes highly similar to those found in human pathogens. *Microbial ecology*, **65**(4), 975-981. DOI: [10.1007/s00248-013-0187-2](https://doi.org/10.1007/s00248-013-0187-2)
- Zinsstag, J., Schelling, E., Bonfoh, B., Fooks, A. R., Kasymbekov, J., Waltner-Toews, D., & Tanner, M. (2009). Towards a 'One Health' research and application tool box. *Veterinaria italiana*, **45**(1), 121-133.



Samsun İlinde Bulunan Gıçı, Tatlı, Balık ve Uzun Göllerindeki Balıkçılığın İncelenmesi ^[*]

Turgut KULAK¹ Naciye ERDOĞAN SAĞLAM*²

¹Ondokuzmayıs Tarım ve Orman Müdürlüğü, Su Ürünleri Mühendisi, Samsun, Türkiye

²Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, Fatsa, Ordu, Türkiye

Geliş/Received: 24.02.2022

Kabul/Accepted: 28.04.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

Atıf yapmak için: Kulak, T. & Erdoğan Sağlam, N. (2022). Samsun İlinde Bulunan Gıçı, Tatlı, Balık ve Uzun Göllerindeki Balıkçılığın İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 171-177.

How to cite: Kulak, T. & Erdoğan Sağlam, N. (2022). Research of Fishing in Gıçı, Tatlı, Balık and Uzun Lakes in Samsun. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 171-177.

*id: <https://orcid.org/0000-0003-3259-0175>
id: <https://orcid.org/0000-0002-0294-3702>

*Corresponding author:
Naciye ERDOĞAN SAĞLAM
Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu
Üniversitesi, Ordu, Fatsa, Türkiye
✉: nes-34@hotmail.com

Öz: Bu çalışma, 2019-2020 yılları arasında Samsun ilinde bulunan Gıçı, Tatlı, Balık ve Uzun göllerinde yürütülmüştür. S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatiflerinin kurulduğu yıl, avlanma alanları, balıkçı sayısı, tekne sayısı, balıkçıların kullandığı teknelerin özellikleri, av araçları, avlanan su ürünleri miktarı, türleri ve balıkçıların sosyo-demografik özelliklerine yönelik veriler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; Samsun Bölgesi'nde araştırma yapılan göllerde S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifi'ne bağlı 400 kayıtlı üye ve 34 kayıtlı teknenin bulunduğu tespit edilmiştir. Avlanan toplam su ürünleri miktarının 176,502 ton/yıl olduğu, su ürünleri avcılığında kullanılan ağ uzunluğunun 26400 m ve pinter ağlarının 1020 adet olduğu belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde en fazla yakalanan balık türlerinin Kefal (*Mugil cephalus*, Linnaeus, 1758), Sudak (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758), İsrail sazani (*Carassius gibelio*, Bloch, 1782), Sazan (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) olduğu görülmüştür. Balıkçıların %36,4'ü 50-59 yaş aralığında, %68,2'si ilkököl mezunu, %45,5'i 30 yıl ve üzeri balıkçılık tecrübesine sahip, %40,9'u 20 yıl ve üzeri kooperatif üyeliğine sahip, %81,8'i ev sahibi, %68,2'si ekonomik koşullar nedeniyle balıkçılık yaptığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sosyo-demografi, içsu balıkçılığı, Samsun, su ürünleri kooperatifi.

Research of Fishing in Gıçı, Tatlı, Balık and Uzun Lakes in Samsun ^[*]

Abstract: As a result of the study, it was determined that Yörükler Fisheries Cooperative has 400 registered members and 34 registered boats in the lakes of the Samsun Region. It has been determined that the total amount of fisheries caught is 176.502 tons/year, the length of the net used in aquaculture is 26400 m and the fyke nets are 1020 pieces. The most commonly caught fish species in the study area were Mullet (*Mugil cephalus*, Linnaeus, 1758), Sudak (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758), Israeli carp (*Carassius gibelio*, Bloch, 1782), Carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758). 36.4% of the fishermen are in the 50-59 age range, 68.2% are primary school graduates, 45.5% have 30 years or more fishing experience, 40.9% have a cooperative membership of 20 years or more, 81.8% are homeowners, It was determined that 68.2% of them were fishing due to economic conditions.

Keywords: Inland fisheries, fisheries cooperative, socio-demographic, Samsun.

GİRİŞ

Su ürünleri sektörü, dinamiği yüksek bir sektör olup gerek protein kaynağı olması gerekse istihdam sağlaması bakımından ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır (Çelikkale vd., 1999; Dartay vd., 2009).

Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) verilerine göre, dünya su ürünleri üretimi 2019 yılında, son on yıldır ilk defa azalma gösterirken, 177,9 milyon ton olarak belirtilen dünya üretiminde, bir önceki yıla göre %33,4 payla en yüksek artış Türkiye'nin olmuştur (FAO, 2021).

^[*] Bu çalışma, Turgut KULAK'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the master thesis prepared by Turgut KULAK.

Türkiye’de su ürünleri üretimi 2020 yılında bir önceki yıla göre %6 oranında azalarak 785.811 ton (364.400 ton avcılık, 421.411 ton yetiştiricilik) olarak gerçekleşmiştir. Avcılık üretiminin %91’i denizlerden, %9’u iç sulardan elde edilirken yetiştiricilik üretiminin %69’u denizlerden %31’i iç sulardan sağlanmıştır. Denizlerde yetiştiricilikle gerçekleştirilen üretimin %2,5’i, iç sularda yapılan üretimin %4,0’ı Samsun’da gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021). Türk sularında 2019 verilerine göre 18.055 ruhsatlı balıkçı teknesi bulunmakta olup bunun 2740 adedi iç sularda faaliyet göstermektedir (BSGM, 2020).

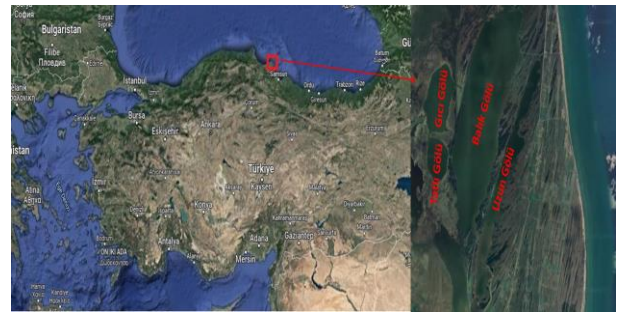
Kızılırmak Deltası (41020'-41050' kuzey enlemleri ve 35030'-36014' doğu boylamları) doğal yapısı büyük oranda korunabilmiş ve Karadeniz kıyısındaki uluslararası önemi bulunan tek sulak alanımızdır. Samsun il merkezinin batısında olup, 19 Mayıs, Bafra ve Alaçam ilçeleri sınırları içerisindedir (Anonim, 2004). Deltanın iki yakasında bulunan ve deniz kıyısına paralel uzanan Balık (1389 ha), Cernek (589 ha), Uzun (293 ha), Liman (322 ha), Gıcı (125 ha), Tatlı (52 ha), Karaboğaz (295 ha) kıyı set gölleri arasında yer alan çok sayıda ufak su havzaları yaz aylarında kurumaktadır (Anonim, 1997a). Balık, Uzun, Gıcı ve Tatlı Gölleri doğal ve suni kanallarla sürekli bir bağlantı halinde iken Cernek ve Balık Lagünleri arasında da yaz aylarında kuruyan bir bağlantı söz konusudur. Göllerin Karadeniz’le bağlantıları Uzun Gölü’nün güneydoğu köşesinde bulunan tek doğal kanalla olurken, Uzun ve Balık Gölleri’nin kuzey köşesindeki suni kanalla sağlanmaktadır (Anonim, 1997b).

Balıkçılık kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, balıkçıların varlıklarını devam ettirebilmeleri, stokların devamlılığı için doğru ve etkin yönetim modellerinin uygulanması ve sosyo-ekonomik verilerin düzenli takibi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, Samsun ili sınırları içerisinde kalan Gıcı, Tatlı, Balık ve Uzun göllerindeki balıkçılık faaliyetlerinin belirlenmesi, bölgedeki kooperatifleşme durumu, balıkçılık faaliyetlerinde kullanılan av araçları ve balıkçı teknelerinin teknik özellikleri ve balıkçıların sosyo demografik özelliklerinin belirlenmesidir. Araştırma, bölgedeki içsu balıkçılık potansiyelinin ortaya konması ve yönetim hedeflerinin belirlenmesi açısından önemlidir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi’nde bulunan Samsun ili Bafra ilçesi sınırları içerisindeki Gıcı ve Tatlı gölleri ile bir kısmı Bafra bir kısmı da 19 Mayıs ilçelerinde bulunan Balık ve Uzun göllerindeki 2019-2020 yılları arasındaki balıkçılık faaliyetleri incelenmiştir (Şekil 1). Araştırma, bölgede bulunan S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifinin özel izni ile başkan ve üyelerle yüz yüze görüşmeler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Aktif olarak

balıkçılık yapan 90 balıkçıdan 22 kişi ile görüşülmüştür. Balıkçı teknelerine ait bilgiler kayıtlı 34 adet teknenin 21’inden elde edilmiştir. Su ürünleri kooperatifinin genel yapısı, bölgede avcılık yapan balıkçıların sayısı, balıkçıların yaşları, çocuk sayıları, eğitim durumları, sosyal güvence durumları, gelir memnuniyetleri, balıkçılığı seçme nedenleri gibi sorular irdelenmiş, su ürünleri avcılığı için kullanılmakta olan balıkçı teknelerinin teknik ve fiziksel özellikleri, av malzemeleri ve özellikleri, avlanan su ürünü türleri, avlak bölgesinin durumu yüz yüze görüşmeler yapılarak kaydedilmiştir. Ayrıca, araştırma kapsamında Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü’nden ve 19 Mayıs İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü’nden de kooperatif ve balıkçıların istatistikî verileri alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma Sahası.

Figure 1. Study Area.

BULGULAR

Kooperatif ve Teknelere Ait Bulgular: Samsun ili sınırları içerisinde yer alan Gıcı, Tatlı, Balık ve Uzun göllerini kiralaayan kooperatiflere ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Su Ürünleri Kooperatiflerine Ait Bilgiler.

Table 1. Information on Fisheries Cooperatives.

Kooperatifin adı	Kayıtlı Üye Sayısı	Aktif Üye Sayısı	Kayıtlı Tekne Sayısı	Kuruluş Yılı
S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifi	400	90	34	1968

Araştırma kapsamında su ürünleri avcılığında kullanılan teknelerin 21 adeti incelenmiş olup, teknelerin boyu 3,2-5,1 m, eni 0,52-1,83 m, derinliği 0,40-1,44 m, tonajı 0,31-2,39 ton arasında değişmektedir. S.S. Yörükler Kooperatifinde su ürünleri avcılığında kullanılan teknelerin 7 tanesi ahşap, 14 tanesi ise fibreglas malzemeden yapılmıştır.

İncelenen teknelerde Lombardini, Palmera, General Power, Loncin, Pancar, Solax, Katana, Kama, Honda, Strong, Gumot marka olmak üzere 11 tip motor markası kullanıldığı, motor güçlerinin 6-12 Hp arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 2). Tüm tekneler mazotla çalıştırılmaktadır. Bir günlük avcılık için yaklaşık 5 litre yakıt tüketimi olmaktadır.

Tablo 2. S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifinde Kullanılan Teknelerin Motor Tipleri.**Table 2.** Engine Types of Boats Used in Yörükler Fisheries Cooperative.

Motor Tipi	Adet	Motor Gücü (Hp)
	6	10
Lombardini	1	7
	2	9
Palmera	1	10
	2	9
General Power	1	10
Loncin	1	8
Pancar	1	8
Solax	1	9
Katana	1	12
Kama	1	10
Honda	1	6
Strong	1	9
Gumot	1	9

Tablo 3. S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifine Kayıtlı Kullanılan Av Araçlarına Ait Bilgiler.**Table 3.** Information on the Fishing Vehicles Registered to the Yörükler Fisheries Cooperative.

	Fanya Ağ Sayısı (adet) (1Tk:200 m)	Toplam Ağ Uzunluğu (m)	Tor Ağların Göz Açıklıkları (mm)	Fanya Göz Açıklığı (mm)	Pinter (Adet)	Ağ göz Açıklığı (mm)	Çember Ağı (cm)
S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifi	132	26400	45, 50, 60, 65	80, 100, 125, 150	1020	30, 35	40, 65

Avlanan Balık Türlerine Ait Bulgular: Çalışma bölgesinde 2018-2019 av sezonunda S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifinde avlanan balık miktarı 176,502 ton'dur.

Araştırma bölgesinde balıkçılarla yapılan görüşmelerde en fazla yakalanan balık türlerinin; Kefal (*Mugil cephalus*, Linnaeus, 1758), Sudak (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758), İsrail sazani (*Carassius gibelio*, Bloch, 1782), Sazan (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) olduğu belirlenmiştir. Avlanan tüm balıklar S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifi tarafından satın alınmakta ve yine kooperatif aracılığıyla pazarlanmaktadır. Tablo 4'te S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifinde avlanan balık türleri ve ortalama fiyatları verilmiştir.

Tablo 4. S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifinde Avlanan Balık Türleri ve Fiyatlandırılması.**Table 4.** Fish Species and Price in Yörükler Fisheries Cooperative.

Balık Türü	Fiyat (TL/kg)
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	8
Kefal (<i>Mugil cephalus</i>)	9
Sudak (<i>Sander lucioperca</i>)	8
İsrail Sazani (<i>Carassius gibelio</i>)	1

Çalışmanın yürütüldüğü Gıcı, Tatlı, Balık ve Uzun göllerinde S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifine üye balıkçılarla yapılan anket çalışması sonucunda, Sazangillerin (1 Nisan-30 Haziran), Sudak balığının (15 Mart-30 Nisan ve Sazangillerin avcılığının yasak olduğu dönem) ve diğer türlerin (zaman yasağı getirilmemiş türler için sazangillere getirilen av yasağı zamanları) avlanmasının yasak olduğu dönemler hariç avcılık yapıldığı tespit edilmiştir.

Balıkçıların Sosyo-Demografik Özelliklerine Ait Bulgular: Yaşları 32 ile 71 arasında değişen balıkçıların %36,4 ile çoğunluğu 50-59 yaş arasındaki balıkçılardan oluşmakta olup tamamı erkek ve evli bireylerden oluşmaktadır. %45,5 ile çoğunluğu 2 çocuk sahibidir. En yüksek düzeyde ilkökul öğrenimine sahip olan balıkçıların

Av Araçlarına Ait Bulgular: Araştırma bölgesindeki Gıcı, Tatlı, Balık ve Uzun göllerinde balıkçılık faaliyetlerinde bulunan su ürünleri kooperatiflerine kayıtlı balıkçıların kullandıkları av araçları ve miktarları Tablo 3'te verilmiştir. Avcılıkta kullanılan sade ağların göz genişlikleri 45-65 mm arasında değişmekte olup, 1 takım ağın uzunluğu 200 m'dir. Avcılıkta kullanılan pinterlerin ağ göz genişlikleri 30-35 mm arasında, çember ağızları 40-65 cm arasında değişmektedir. 1 takım pinterin uzunluğu 2 metredir.

%68,2'si ilköğretim mezunudur. Balıkçıların %65,5'inin SGK, %31,8'inin Bağ-Kur, %9,1'inin Yeşil Kart ve %13,6'sının da herhangi bir sosyal güvencesi olmadığı tespit edilmiştir. Balıkçıların %81,8'i ev sahibidir (Tablo 5).

Tablo 5. Gıcı, Tatlı, Balık, Uzun Göllerindeki Balıkçıların Sosyo-Demografik Özellikleri.**Table 5.** Socio-Demographical Characteristics of Fishermen in Gıcı, Tatlı, Balık, Uzun Lakes.

Özellikler	N	%
Yaş		
30-39	4	18,2
40-49	4	18,2
50-59	8	36,4
60 ve üzeri	6	27,3
Cinsiyet		
Erkek	22	100
Kadın	0	0
Medeni durum		
Evli	22	100
Bekar	0	0
Eğitim durumu		
İlkokul	15	68,2
Ortaokul	3	13,6
Lise	4	18,2
Çocuk sayısı		
1	1	4,5
2	10	45,5
3	7	31,8
4	3	13,6
Yok	1	4,5
Sosyal güvence durumu		
SGK	10	45,5
Bağ-Kur	7	31,8
Yeşil Kart	2	9,1
Yok	3	13,6
Ev mülkiyet durumu		
Kiraçı	4	18,2
Ev sahibi	18	81,8

5-50 yıl arasında iş deneyimine sahip olan üyelerin %45,5'i 30 yıl ve üzeri mesleki tecrübeye sahiptir. Balıkçıların kooperatife üyelikleri incelendiğinde %40,9'unun 20 yıl ve üzerinde, %31,8'inin 10 ile 19 yıl arasında ve %27,3'ünün 5 ile 9 yıl arasında üyelikleri olduğu; %50'sinin gelir memnuniyetinin iyi, %31,8'inin orta, %18,2'sinin ise kötü olduğu belirlenmiştir. %22,7'si mazot masrafını karşılayamadan döndüğünü ifade etmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Gıcı, Tatlı, Balık, Uzun Göllerindeki Balıkçıların Mesleki Durumu.**Table 6.** Professional Status of Fishermen in Gıcı, Tatlı, Balık, Uzun Lakes.

Balıkçılık tecrübesi		
10 yıl ve az	2	9,1
11-19 yıl	5	22,7
20-29 yıl	5	22,7
30 yıl ve üzeri	10	45,5
Kooperatif üyelik süresi (Yıl)		
5-9	6	27,3
10-19	7	31,8
20 ve üzeri	9	40,9
Gelir memnuniyeti		
Çok iyi	0	0,0
İyi	11	50,0
Orta	7	31,8
Kötü	4	18,2
Mazot masrafını karşılamadan dönüyor musunuz?		
Evet	5	22,7
Hayır	17	77,3
Balıkçılıktan başka geçim kaynağı		
Çiftçi	14	63,6
Emekli	6	27,3
Esnaf	1	4,5
İşçi	1	4,5
Balıkçılığı seçme nedeni		
Baba mesleği	1	4,5
Ekonomik şartlar	15	68,2
Deniz tutkusu	6	27,3
Avcılıkta geçirilen gün sayısı		
100'den az	4	18,2
100-200	16	72,7
200'den fazla	2	9,1
Günlük çalışma süresi (saat)		
4-6	5	22,7
6-8	16	72,7
8 ve üzeri	1	4,5
Balıkçılığı bırakmayı düşünüyor musunuz?		
Evet	3	13,6
Hayır	19	86,4
Çocuğunuzun balıkçılık yapmasını ister misiniz?		
Evet	6	27,3
Hayır	16	72,7
Ailede balıkçılık yapan kişi sayısı		
1	14	63,6
2	7	31,8
3	1	4,5

Baraj gölleri civarındaki köylerde ikamet eden balıkçıların %63,6'sı çiftçilik ile balıkçılığı beraber yürütmektedir. Katılımcılar balıkçılığı seçme nedenini, %68,2'si ekonomik şartlar, %27,3'ü deniz tutkusu, %4,5'i ise baba mesleği olduğu için şeklinde belirtmişlerdir (Tablo 6).

Balıkçıların %72,7'sinin denizde 100-200 gün, %18,2'sinin 100 günden az, %9,1'inin 200 günden fazla zaman geçirdiği; %72,7'sinin günlük çalışma süresinin 6 ile 8 saat arasında değiştiği, %22,7'sinin 4-6 saat arasında, %4,5'inin ise 8 saatten fazla denizde kaldıkları belirlenmiştir (Tablo 6).

Anketlerden elde edilen sonuçlara göre %86,4'ü balıkçılığa devam edeceklerini belirtirken, ağır çalışma koşulları ve gelir memnuniyetsizliği sebebiyle %72,7'si çocuklarının balıkçılık yapmaya devam etmelerini onaylamadıklarını bildirmişlerdir (Tablo 6).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bozaoğlu, (2020) Ağrı Balık Gölü'nde yaptığı çalışmada teknelerin ortalama yaşının 11,14±5,03 yıl, ortalama boyunun 5,54±0,34 m, ortalama motor yaşının 11,61±3,97 yıl ve ortalama motor gücünün 9,50±1,80 olduğunu bildirmiştir. Bozaoğlu ve Akkuş, (2019) Nazik Gölü'ndeki araştırmalarında teknelerin ortalama yaşı

12,40±5,04 yıl, ortalama boyu 6,50±1,34 m, ortalama motor yaşı 11,61±3,97 yıl ve ortalama motor gücü 14,11±6,08 BG olarak belirtmişlerdir. İç Anadolu Bölgesi'nde yapılan çalışmada su ürünleri kooperatiflerine kayıtlı 159 teknenin boylarının 3,5-7,5 m, enlerinin 1,2-1,7 m, derinliklerinin 0,4-1,4 m, tonajlarının 0,1-3,5 ton, motor güçlerinin 7-25 Hp arasında olduğu, teknelerin 139 adedinin fiberglass malzemeden, 20 adedinin ahşap malzemeden yapıldığı, teknelerin 134 adedinin motorlu, 25 adedinin ise motorsuz olduğu belirtilmiştir (Demir ve Samsun, 2020). Adıyaman ili balıkçılığının incelendiği çalışmada, 169 teknenin il genelinde balıkçılık faaliyetlerinde bulunduğu, boylarının 3,80-8,00 m, motor güçlerinin 3,73-16,42 HP, 155 adedinin sac, 14 adedinin fiber malzemeden yapıldığı, bunların 88 adedinin motorlu, 81 adedinin ise motorsuz olarak kullanıldığı belirlenmiştir (Bayhan ve ark., 2014). Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerini kapsayan çalışmada ise 472 adet tekne incelenmiş ve boy dağılımının 4-12 m arası, motor gücü aralığının 4-11 HP ile 100 HP arasında değiştiği, 400 adet sac, 60 adet ağaç ve 12 adet fiberglas malzeme ile yapılmış tekne olduğu bildirilmiştir (Ural ve Canpolat, 2009). Elazığ ili su ürünleri kooperatiflerine kayıtlı 23 adet teknenin boylarının 4-10 m, enlerinin 1,2-2,5 m, derinliklerinin 0,5-0,8 m, motor güçlerinin 9-10 HP, tonajlarının 1-3 ton arasında, teknelerin 6 adedinin ahşap materyal üzerine fiberglasla kaplı olduğu, 17 adedinin ise sac materyalden olduğu ve teknelerin 8 adedinin marşlı sistemle, 15 adedinin ise kol ile çalıştırıldığı bildirilmiştir (Orsay ve Duman, 2005). Samsun ili Bafra Göller Bölgesinde bulunan Gıcı, Tatlı, Uzun ve Balık Göllerinde yapılan bu çalışmada, S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifine kayıtlı 34 adet tekne incelenmiş olup, tekne boylarının 3,2-3,1 m, tonajlarının 0,31-2,39 ton, motor güçlerinin 6-12 HP arasında değiştiği belirlenmiştir. İncelenen teknelerin 7 tanesi ahşap, 14 tanesi ise fiberglas malzemeden yapılmış olup tüm tekneler mazotla çalışmaktadır. Bu çalışma ile daha önce yapılan çalışmalarda belirtildiği üzere balıkçılıkta kullanılan teknelerin boylarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak benzer avcılık yöntemlerinin kullanılması yanında avlak sahasının büyüklüklerinin, ekonomik ve bakım idamesi kolay olarak kullanılabilecek tekne ve motor tipinin bu aralıklarda olması düşünülebilir.

İç Anadolu Bölgesi'ndeki çalışmada kooperatiflerde en çok kullanılan tekne motor markasının Lombardini (pancar) motoru olduğu (Demir ve Samsun 2020), Doğu ve Güneydoğu Bölgesi'ndeki illerdeki çalışmada, balıkçı teknelerinde farklı yapıda ve markada olan Lombardini, Süperstar, Pancar, Jonhson, Onan, Köhler, Perkins, Wiskose, Ford, Tames gibi motorların kullanıldığı, en yaygın olarak kullanımda olan markaların ise pancar motor (225) ve lombardini motor (160) olduğunu (Demir ve Samsun, 2019) bildirilmiştir. Bu

araştırmada ise sırasıyla Lombardini ve Palmera motorlarının kooperatifte en fazla kullanılan tekne motor markaları olduğu belirlenmiştir. Motor markası tercihinde bazı balıkçılar kaliteli olmasını bazı balıkçılar ise ekonomik olmasını tercih etmektedir.

Ağrı Balık Gölü'nde multifilament fanyalı uzatma ağlar (140, 150 ve 160 mm ağ göz açıklığına sahip) ($E=0,4$) ile monofilament sade uzatma ağlar (80 ve 100 mm ağ göz açıklığına sahip) ($E=0,4$) kullanılmaktadır (Bozaoğlu, 2020). Nazik Gölü'nde balık avcılığında fanyalı uzatma ağlarının (140 mm ağ göz açıklığına sahip) (donam faktörü 0,4) kullanıldığı (Bozaoğlu ve Akkuş, 2019), İç Anadolu Bölgesinde yapılan çalışmada fanyalı ağ, sade ağ, pinter ve manyat tipi av araçlarının kullanıldığı (Demir ve Samsun 2020), Adıyaman ilinde 36-250 mm göz genişliği, donatılmış halde ortalama 85 m uzunluğunda, 50-100 göz yüksekliğinde olan multifilament ve monofilament PA sade uzatma ağlarının kullanıldığı bildirilmiştir (Bayhan ve ark., 2014). Bu çalışmada Kooperatif üyelerinin kullandıkları 132 takım/26400 m fanyalı ağların, tor ağ göz açıklıkları 45-65 mm, fanya göz açıklığı 80-150 mm arasında değiştiği, 1020 adet pinterin ağ göz açıklığının 30-35 mm, çember ağzının 40-65 cm olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan av araçlarının sayı ve büyüklükleri, avlanan balık türü, av bölgesinin derinliği ve av verimliliğine bağlı olarak değişim göstermektedir.

Ağrı Balık Gölü'nde yıllık 6326 kg (Bozaoğlu, 2020), Nazik gölünde ise 55316 kg balık yakalandığı rapor edilmiştir (Bozaoğlu ve Akkuş, 2019). Demir (2019) 2016-2017 yılı av sezonu için yaptığı çalışmasında sırasıyla Kırşehir (1045 ton), Yozgat (765 ton), Kayseri (464.8 ton), Aksaray (178 ton) ve Nevşehir (20 ton) illerinde tatlı su üretiminin yapıldığını ve bu iller için avlanan balıkların 2017-2018 yılları ortalama perakende satış fiyatlarının 0,80-15 TL/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Bafra Balık Gölleri'nde toplam 11 balık türünün (*Mugil cephalus*, *Mugil souiy*, *Liza ramada*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Chalcalburnus chalcoides*, *Neogobius fluviatilis*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Sander lucioperca*, *Proterorhinus marmoratus* ve *Vimba vimba*) yaşadığı bildirilirken (Uğurlu, 2006) S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifinde avlanan balık türlerinin *Cyprinus carpio*, *Mugil cephalus*, *Sander lucioperca*, *Carassius gibelio* olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışmada, 2018-2019 avlama sezonunda S.S. Yörükler Su Ürünleri Kooperatifinde avlanan balık miktarının 176,502 ton olduğu ve yıllık ortalama perakende satış fiyatının 1-9 TL/kg arasında olduğu tespit edilmiştir. Farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda üretim miktarlarında görülen farklılıkların nedeni olarak göllerin/avlak sahalarının büyüklüğü, karakteristiği, verimliliği ya da barındırdıkları türlerin sayısı ve bolluğu ile bölgedeki balıkçı sayıları ve balıkçılar tarafından kullanılan av araçlarının sayısı etkin rol oynamaktadır.

Ağrı Balık Gölü'nde yapılan çalışmada balıkçıların %68'inin ilkökul, %18'inin ortaokul ve %14'ünün lise mezunu, ortalama yaşının $36,03\pm 8,16$, %93'ünün evli ve ortalama çocuk sayısının $3,89\pm 1,77$ olduğu bildirilmiştir (Bozaoğlu, 2020). Nazik Gölü'ndeki balıkçıların %78'inin ilkökul, %22'sinin ortaokul mezunu olduğu fakat lise veya üniversite mezunu olmadığı, balıkçılıkla geçimini sağlayanların ortalama yaşının $36,44\pm 10,04$ olduğu, %83'ünün evli ve ortalama çocuk sayısının $4,27\pm 2,98$ olduğu belirlenmiştir (Bozaoğlu & Akkuş, 2019). İç Anadolu Bölgesi'nde yapılan çalışmada balıkçıların yaşlarının en çok 40-49 (%37,5) aralığında dağılım gösterdiği, %93,7'sinin evli olduğu, %66,3'ünün ilköğretim mezunu, %29,3'ünün lise, %3,8'inin ilköğretim terk ve %0,5'inin üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir (Demir, 2019). Dartay ve Canpolat (2017), Keban Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada, yaşları 20-69 arasında değişen balıkçıların, çoğunlukla 40-49 (%36,5) yaş grubundan oluştuğunu, %95,1'inin evli olduğunu, tamamının okur-yazar olmakla birlikte %67'sinin ilkökul mezunu olduğunu bildirmişlerdir. Yiğit ve ark., (2009), Sakarya ili Poyrazlar Gölü balıkçıların yaş dağılımlarının en fazla 40-49 (%40) yaş aralığında olduğunu, balıkçıların %80'inin evli, %10'unun bekâr ve %10'unun dul olduğunu, hane halkı sayısının 2-6 arasında değiştiğini ve en çok 4 (%50) kişiden oluştuğunu bildirmişlerdir. Eğitim durumuna bakıldığında %80 ile çoğunluğun ilkökul mezunu, %10'unun lise mezunu ve %10'unun üniversite mezunu olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada Büyük Akgöl Gölü balıkçıların yaş dağılımlarının en fazla 40-49 (%34,04) yaşları arasında olduğu, balıkçıların %87,23'ünün evli, %4,26'sının bekâr ve %8,51'inin dul olduğu bildirilmiştir. 2-10 kişi arasında değişen hane halkı sayısının en fazla 3 ve 4 (%23,40) kişilik ailelere sahip olduğu, tamamının okur-yazar olmakla birlikte %80,85'inin ilkökul mezunu olduğu tespit edilmiştir. Uzmanoğlu ve Soylu, (2012), Yeni Karpuzlu Baraj Gölü'nde yapılan çalışmada balıkçıların yaşlarının 20-59 arasında değiştiği ve çoğunluğun 40-49 (%40,91) yaşlarında olduğu, balıkçıların %90,91'inin evli, %95,45'inin ilköğretim ve %4,55'inin lise mezunu olduğunu bildirilmiştir. Balıkçıların %68,18'inin hane halkı sayısının 2-4 kişi arasında olup ilk sırada yer aldığı, %13,64'ünün 5-7 kişi, %4,54'ünün ise 11-14 kişi olduğunu bildirmişlerdir. Samsun İli'nde Gıcı, Tatlı, Balık ve Uzun göllerinde yürütülen bu çalışmada balıkçıların yaşlarının en çok 50-59 (%36,4) yaşları arasında, en az ise 30-49 (%18,2) yaş aralığında dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Tamamı evli olan balıkçıların, %68,2'sinin ilköğretim, %18,2'sinin lise ve %13,6'sının ortaokul mezunu olduğu belirlenmiştir. Balıkçıların %45,5'inin 2, %31,8'inin 3 çocuk sahibi olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışma ile diğer çalışmalar arasında tespit edilen eğitim durumları ve yaş farklılıklarının farklı bölgelerdeki sosyal ve ekonomik

koşulların değişkenliğinden kaynaklandığı düşünülmekte olup, balıkçıların en fazla 50-59 yaş aralığında dağılım göstermesi ve çoğunlukla ilköğretim mezunu olmaları orta yaş grubunun daha yoğun olarak balıkçılık yaptığını göstermektedir. Ayrıca, balıkçıların tamamının evli olması bölgedeki örf ve adetler nedeniyle erken yaşta evlenmeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bozaoğlu, (2020) Ağrı Balık Gölü'ndeki çalışmasında balıkçıların tamamının yeşil kart sahibi olduğu, %59'unun çocuklarının balıkçılık mesleğine devam etmesini onaylamadığı, tamamının balıkçılığı bırakmayı düşünmediklerini ancak balıkçıların hepsinin başka bir işinin (inşaat işçisi, hayvancılık gibi) daha olduğunu bildirmiştir. Bozaoğlu ve Akkuş, (2019) Nazik Gölü'nde balıkçılık yapanların %61'inin balıkçılığı bırakmayı düşündüklerini, balıkçıların tamamının inşaat işçiliği, tarım ve hayvancılık gibi ikinci bir işlerinin olduğunu bildirmişlerdir. İç Anadolu Bölgesi'nde yapılan çalışmada balıkçıların %69,7'sinin sosyal güvencesinin olduğu, %75'inin balıkçılık dışında bir geçim kaynağı olduğu ve balıkçıların sosyal ve ekonomik durumlarının istenilen düzeyde olmadığı, %46,1'inin çiftçi, %17,8'inin emekli, %5,7'sinin esnaf, %2,9'unun işçi, %1,4'ünün turizm sektöründe, %0,5'inin memur ve %0,5'inin ticaretle uğraştıkları bildirilmiştir (Demir, 2019). Aynı çalışmada balıkçılık mesleği deneyimlerinin 1-42 yıl arasında değiştiği, %89,4'ünün 5 yıl ve üzerinde deneyime sahip olduğu belirlenmiştir. Dartay ve Canpolat, (2017) Keban Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada balıkçıların %86,5'inin sosyal güvenceye sahip olduğunu, %67'sinin işsizlik nedeniyle balıkçılığı seçtiğini ve %8,5'inin asıl mesleğinin başka olup ek gelir olarak balıkçılıkla uğraştığını belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada incelenen balıkçıların %77,3'ünün sosyal güvencesi olduğu, %9,1'inin yeşil kart sahibi olduğu tespit edilmiştir. Balıkçılığın yanı sıra %63,6'sının çiftçi, %27,3'ünün emekli, %4,5'inin esnaf ve %4,5'inin işçi olduğu belirlenmiştir. Balıkçıların %68,2'sinin ekonomik şartlar, %27,3'ünün deniz tutkusu ve %4,5'inin baba mesleği olduğu için balıkçılık yaptığı tespit edilmiştir. %86,4'ünün balıkçılık mesleğini bırakmayı düşünmedikleri tespit edilirken, %72,7'sinin çocuklarının balıkçılık mesleğini yapmasını istemedikleri belirlenmiştir. Bu da gerek balıkçıların gerekse aileleri ve yakın çevrelerinde bulunan kişiler tarafından balıkçılık mesleğinin bugünkü ve gelecekteki durumunun iyi ya da cazip görünmediğinin bir göstergesidir. Balıkçılık, genellikle babadan çocuklarına öğretilerek geçen ve tecrübe edildikçe deneyim kazanılan mesleklerden biridir. Günümüzde balıkçıların mesleklerine olan bakışlarının olumsuzluğu, gelecek nesillere olan bilgi aktarımını azaltacaktır. Mesleğin bilinçsiz ve tecrübesiz kişiler tarafından sadece ekonomik kazanç olarak görülerek yapılması çevreye ve balık popülasyonlarına

zarar vererek, sürdürülebilir balıkçılığın olumsuz etkilenmesine neden olacaktır.

Balıkçıların %72,7'sinin avcılıkta geçirdiği gün sayısının 100-200 arasında olduğu, %72,7'si günlük 6-8 saat arasında çalıştığı, %50'sinin gelir memnuniyetinin iyi olduğu ve %77,3'ünün mazot masrafını karşılayarak döndüğü tespit edilmiştir. Benzer konuda yapılmış tüm çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da balıkçıların, balıkçılık dışında başka gelir kaynakları olduğu da görülmüştür. Çoğunluğu göller çevresindeki kırsal kesimlerde ikamet eden, tarım ve hayvancılıkla uğraşan çiftçilerden oluşmaktadır.

Ülkemizde yapılan balıkçılık araştırmaları daha çok deniz balıkçılığı üzerine yoğunlaşmaktadır. İç sularda yapılan balıkçılığın yönetimi ve korunması açısından bu bölgelerde kullanılan av araçlarının, balıkçı teknelerinin miktar ve özelliklerinin belirlenmesi yine balıkçıların sosyo-ekonomik durumlarının ve çalışma koşullarının tespit edilmesi önem arz etmektedir. Mevcut çalışma bu anlamda bölgedeki balıkçılığın durumunu ortaya koyarak literatüre katkı sağlayacaktır.

Araştırma sonucunda bölge balıkçıların karşılaştığı en temel sorunlar;

- Yakalanan ürünlerin pazarlanması ve işlenmesi
- Kaçak avcılığın önüne geçilememesi
- Kooperatiflerin pasif durumda olması
- Ekonomik koşulların yetersizliği şeklinde belirlenmiştir.

Kaynaklarımızdan verimli ve etkili yararlanabilmek için su ürünleri kooperatiflerinin daha aktif hale getirilmesi, çevre bilincine sahip ve balıkçılık yönetimini bilen balıkçıların örgütlenme konularında köklü değişikliklere gidilmesi gerekmektedir. Kooperatiflerin etkin hale getirilmesi ile sektör çalışanlarının genel sorunlarından olan pazarlama, işleme, bilgili eleman ihtiyacı, yüksek maliyetler (mazot, maaş, sigorta) gibi sorunların çözümü de kolaylaşacaktır.

Bölge balıkçıları, balıkçılığı severek yapmalarına rağmen en önemli sorunlarından birisi de kaçak avcılığın önüne geçilememesidir. Kaçak avcılığın önlenmesi amacıyla yetkili kurum ve kuruluşlarca kontrol ve denetimlerin artırılması da oldukça önemlidir. Balıkçılık yapanların sosyo-ekonomik koşullarının daha iyi seviyelere getirilmesi ile hem daha sağlıklı üretim elde edilebilecek hem de çevreye duyarlı balıkçılığın yapılabilmesi sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

Anonim, (1997a). *Türkiye Kıyılarındaki Lagünlerin Yönetim ve Geliştirme Stratejileri ve Islahı.* T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Müdürlüğü, Cilt: I-II, 1132s.

- Anonim, (1997b).** *Türkiye kıyılarındaki lagünlerin yönetim ve geliştirme stratejileri ve ıslahı.* Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, 1087 s. Ankara.
- Anonim, (2004).** *Samsun İl Çevre Durum Raporu.* T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Samsun Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Samsun, 409s.
- Bayhan, Y.K., Korkmaz, S. & Olgunoğlu, M.P. (2014).** Adıyaman ili balıkçılığının mevcut durumu ve sorunları. *Yunus Araştırma Bülteni*, (4), 37-46. DOI: 10.17693/yunusae.v2014i21954.235729
- Bozaoğlu, A.S. & Akkuş, M. (2019).** Nazik Gölü balıkçılığı üzerine bir araştırma. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, 4(3), 380-386. DOI: 10.35229/jaes.605597
- Bozaoğlu, A.S. (2020).** Ağrı Balık Gölü Balıkçılığının Genel Durumu. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, 5(4), 750-758. DOI: 10.35229/jaes.793828
- BSGM. (2020).** Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri İstatistikleri, Ankara, 2020.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E. & Okumuş, Ş. (1999).** Türkiye Su Ürünleri Sektörü. Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *İstanbul Ticaret Odası*, 1999 (2), 119-125.
- Dartay, M., Duman, E., Duman, M. & Ateşşahin, T. (2009).** Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26(2), 135-138.
- Dartay, M. & Canpolat, İ. (2017).** Keban Baraj Gölü (Elâzığ, Türkiye) su ürünleri kooperatiflerine ortak balıkçıların sosyo- ekonomik yapısı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 34(1), 41-46 DOI: 10.18185/erzifbed.419822
- Demir, H. (2019).** *İç Anadolu Bölgesi'ndeki Bazı Su Ürünleri Kooperatiflerinin Yapısı ve Av Araçları ile Balıkçı Teknelerinin Teknik Özellikleri.* Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Demir, H. & Samsun, S., (2020).** Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'ndeki Bazı Su Ürünleri Kooperatiflerinin Yapısı ve Av Araçları ile Balıkçı Teknelerinin Teknik Özellikleri. *Acta Aquatica Turcica*. 16(3), 344-352. DOI: 10.22392/actaquatr.683741
- Erkoyuncu, İ. (1995).** *Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği.* O.M.Ü. Yayınları, Yayın No, 95:265.
- FAO, 2020.** FishStat Plus-Universal software for fishery statistical time series <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en>
- Hoşsucu, H. (1998).** *Balıkçılık I*, Ege Üniversitesi, Bornova-İzmir, 247 s.
- Orsay, B. & Duman, E. (2005).** Kemaliye, Peri ve Göktepe bölgelerinde kullanılan balıkçılık av gücü ve çeşitli özelliklerin incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen & Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1), 121-129.
- TÜİK, (2021).** Su Ürünleri İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Erişim Tarihi 01.06.2021)
- Uğurlu, S. (2006).** *Samsun İli Tatlı Su Balık Faunasının Tespiti.* Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Ural, M. & Canpolat, İ. (2009).** Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki su ürünleri kooperatiflerinin yapısı ve av araçları ile balıkçı teknelerinin teknik özellikleri. *Türk Bilim Araştırma Vakfı*, 2(4), 372-384.
- Uzmanoğlu, S. & Soylu, M. (2012).** Yeni Karpuzlu Baraj Gölü balıkçıların sosyoekonomik yapısı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 29(4),175-179. DOI: 10.12714/egejfas.2013.29.4.05
- Yiğit, H., Soylu, M. & Uzmanoğlu, S. (2009).** Sakarya ili göllerinin balıkçı profili. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 24(2), 9-23.



Cloning and Determination of Kinetic Activity of Thermophilic GCH-I from *Anoxybacillus flavithermus* DSM 2641^T [*]

Fatih Saban BERİS^{1*} Özlem HIZAL¹ Hakan KARAOĞLU²

¹ Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts & Sciences, Department of Biology, Rize, Turkey

² Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Fisheries, Department of Fresh Water Biology, Rize, Turkey

Geliş/Received: 05.02.2022

Kabul/Accepted: 21.04.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

How to cite: Beris, F.S., Hızal, Ö. & Karaoglu, H. (2022). Cloning and Determination of Kinetic Activity of Thermophilic GCH-I from *Anoxybacillus flavithermus* DSM 2641^T. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 178-183.

Atıf yapmak için: Beris, F.S., Hızal, Ö. & Karaoglu, H. (2022). *Anoxybacillus flavithermus* DSM 2641^T Bakterisinin Termofilik GCH-I Enziminin Klonlanması ve Kinetik Aktivitesinin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 178-183.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-0535-943X>
iD: <https://orcid.org/0000-0002-0248-6652>
iD: <https://orcid.org/0000-0003-4615-1157>

*Corresponding author:

Fatih Saban BERİS
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of
Arts&Sciences, Department of Biology, Rize,
Turkey
✉: fatih.beris@erdogan.edu.tr

Abstract: Phenylketonuria (PKU) is a disease caused by phenylalanine hydroxylase enzyme deficiency in newborn infants and is the most important cause of treatable mental retardation. One of the causes of the disease comes from the defects of the PTPS in the metabolic pathway of phenylalanine metabolisms. Treatment of the disease is not feasible, and life-time tetrahydrobiopterin loading is performed in chronic patients. Today, tetrahydrobiopterin is chemically synthesized. Biological production is a different point of view due to the long duration of chemical synthesis, costs, and exposure to chemical pollutants. NH₂TP is a difficult substance to obtain in studies that are difficult to synthesize and need to be used as a substrate. In this study, it was aimed to clone the *gch-I* gene from the thermophilic *A. flavithermus* bacterium and to investigate the activity of the enzyme for the enzymatic conversion of NH₂TP, which is the substrate of many enzymes and is difficult to synthesize chemically. For his purpose, it was aimed to clone the *gch-I* gene from a thermophilic bacteria, *Anoxybacillus flavithermus*, and investigate the kinetic activity for enzymatic conversion from GTP as an alternative to the production of NH₂TP. For this reason, the *gch-I* gene from the thermophilic *A. flavithermus* DSM 2641^T was identified by PCR method. We cloned the *gchI* gene that was 603 bp and its open reading frame has 200 amino acids. The gene was cloned into pET28a(+) expression vector with 6xHis tags and transform in *E. coli* BL21(DE3)pLys host cells to express with 1 mM IPTG induction. After purification with Ni-NTA resin, we determined that GCH-I is 24 kDa, its optimum pH is 8.0 and temperature is 65°C. Under optimal conditions, GCH-I exhibited enzymatic activity with K_m - and V_{max} - values of $243 \pm 23.25 \mu\text{M}$ and $100.93 \pm 3.5 \text{ nM/min/mg protein}$, respectively.

Keywords: *A. flavithermus* DSM 2641^T, BH4, GCHI, PKU, thermophilic bacterium.

Anoxybacillus flavithermus DSM 2641^T Bakterisinin Termofilik GCH-I Enziminin Klonlanması ve Kinetik Aktivitesinin Belirlenmesi

Öz: Fenilketonüri (FKU) yenidoğan bebeklerde fenilalanin hidroksilaz enzim eksikliğinin neden olduğu bir hastalıktır ve tedavi edilebilir zihinsel geriliğin en önemli nedenidir. Hastalığın nedenlerinden biri, fenilalanin metabolizmasının metabolik yolundaki PTPS'nin kusurlarından kaynaklanmaktadır. Hastalığın tedavisi mümkün değildir ve kronik hastalarda yaşam boyu tetrahydrobiopterin yüklemesi yapılır. Bugün, tetrahydrobiopterin kimyasal olarak sentezlenir. Biyolojik üretim, kimyasal sentezin zaman alıcı olması, maliyetler ve kimyasal kirleticilere maruz kalma nedeniyle farklı bir bakış açıdır. NH₂TP, kimyasal sentezi güç olan ve substrat olarak kullanılması gereken çalışmalarda temini zor bir maddedir. Bu çalışmada, bir çok enzimin substratı olan ve kimyasal yolla sentezlenmesi güç olan NH₂TP'nin eldesinde alternatif olarak GTP'den enzimatik dönüşümü için termofilik *A. flavithermus* bakterisinden *gch-I* geninin klonlanması ve enzimin aktivitesinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, termofilik *A. flavithermus* DSM 2641^T'den *gchI* geni PCR yöntemi ile tanımlandı. 603 bp olan *gchI* genini klonlandı ve açık okuma çerçevesi 200 amino aside sahip olduğu tespit edildi. *AfgchI* geni, 6xHis etiketleri ile pET28a(+) ekspresyon vektörüne klonlandı ve 1 mM IPTG indüksiyonu ile ekspresye etmek için *E. coli* BL21(DE3)pLys konakçı hücrelerine transforme edildi. Ni-NTA afinite kromatografisi ile saflaştırıldıktan sonra GCH-I'ın 24 kDa, optimum pH'sının 8,0 ve optimum sıcaklık isteminin 65°C olduğu belirlendi. Optimal koşullar altında GCH-I, K_m - ve V_{max} - değerleri sırasıyla $243 \pm 23,25 \mu\text{M}$ ve $100,93 \pm 3,5 \text{ nM/dak/mg protein}$ olarak tespit edildi.

Anahtar kelimeler: *A. flavithermus* DSM 2641^T, BH4, GCHI, FKU, termofilik bakteri.

[*] This study was produced from the master thesis prepared.

Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

INTRODUCTION

Currently, phenylketonuria (PKU, or hyperphenylalanemia, HPA) is the most studied congenital metabolic disease, characterized by the absence of phenylalanine hydroxylase enzyme activity, characterized by severe motor and mental retardation when not treated early (Muntau et al., 2002; Özer, 2004). One of the primary causes of PKU or HPA formation is the impairment of tetrahydrobiopterin (BH4) metabolism (Hizal, 2013; Kure et al., 1999; Muntau et al., 2002; Spaen et al., 2001). These disorders can also be described as dihydropteridine reductase, GTP cyclohydrolase-I (GCHI), pterin-4-8-carbinolamine dehydratase, and 6-pyrovyl tetrahydropterin synthase (PTPS) defect and are affected by liver, kidneys, brain and blood tissue (Blau & Burgard, 2005). The overall incidence of diseases due to metabolism disorders of tetrahydrobiopterin, this ratio is 15% in Turkey, while 1-3% of the World (Hizal, 2013). This result shows that PKU is quite common in our country. According to available data, 58% of BH4-dependent defects in congenital diseases are caused by defects in *ptps*, 4% in *gchi*, and 0.9% in *spr* genes (Ponzone et al., 2004). BH4 is an essential cofactor for many enzymes including nitric-oxide synthase and phenylalanine hydroxylase (Wang et al., 2011). In addition, this cofactor has been implicated in a vast array of physiological roles including hyperphenylalaninaemia, cellular proliferation, vascular dysfunction, and various neurological disorders. Cells form BH4 in two different ways. In the *de novo* biosynthesis pathway, GTP is used as a precursor, whereas in the Salvage path, dihydropterins which are already present in the medium are used. The *de novo* biosynthesis pathway takes place with three major enzymes, and the same is true *in vivo* and *in vitro*. These enzymes are respectively GCHI, PTPS, and SPR (Moens & Kass, 2006; Celik, 2018).

The chemical synthesis of BH4 is very difficult, the complexity of the methods used, the application of many synthetic steps, the cost of using expensive materials is quite high. Due to the difficulties of chemical synthesis, BH4 production can be achieved by bacterial pathways. The work to be done in this direction is to make bacterial production using homologs of enzymes involved in this pathway in humans.

The GCHI enzyme (EC: 3.5.4.16) is the precursor enzyme of BH4 biosynthesis (Blau et al., 2001). It was obtained from many different organisms (bacteria, fungi, flies, chicken, human) and examined. The enzyme converts GTP to dihydroneopterin triphosphate (Fig. 1). GCHI is an enzyme coded from a single copy with 30 kbp in size in human. The enzyme containing 250 amino acids is similar in other living things (Blau et al., 2001; Woo et al., 2002). Dihydroneopterin triphosphate (NH₂TP), the product of GCH-I, is the substrate of 6-carboxytetrahydropterine synthase, dihydroneopterin triphosphate diphosphatase, dihydroneopterin triphosphate aldolase, PTPS, and dihydroneopterin triphosphate 2'-epimerase.

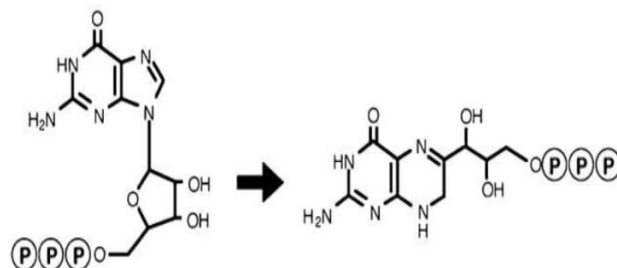


Figure 1. Reaction pathway of GCH-I (revised form Maita et al., 2002).

As an alternative to the chemical synthesis of BH4, the production of microorganisms using target genes can be demonstrated. The first step is to find the *gchi* gene. The only study on this subject was by Yamamoto et al. (2003). In this study, *ptps* and *spr* genes were cloned and evaluated together with a homologous gene instead of *gchi*. The genes source from mice for PTPS and SPR, and from *B. subtilis* for GCHI analog (*mtrA*) were used. This can be achieved at a lower cost by means of a recombinant plasmid to be formed. As in the example here, thermophilic bacteria, *A. gonensis* G2, which has many advantages in industrial applications, were used as a gene source for the bacterial production of BH4. Today, thermophilic organisms are frequently used in biotechnological applications. The resistance of enzymes in thermophilic bacteria to harsh industrial applications is a preferred element. These factors can be listed as follows: reactions occurring at elevated temperatures, reduced risk of general mesophilic contamination of the environment, no unwanted by-product formation, increased solubility of substrates and products, and increased stability by generating preferred equilibrium changes in endothermic reactions (Celik, 2018; Kalemci, 2020).

Anoxybacillus flavithermus DSM 2641^T is a thermophilic bacteria with optimum growth conditions of 55-60°C (Saw et al., 2008). This bacteria is a facultatively aerobic heterotroph. *Anoxybacillus* species have become very popular in industrial research (Celik, 2018). In this report, we describe the expression and characterization of GCHI from the thermophilic bacteria *Anoxybacillus flavithermus* DSM 2641^T in *E. coli* BL21(DE3)pLys. In this study, cloning and biochemical characterization of the GCH-I enzyme from a thermophilic bacterium for the production of NH₂TP was performed.

MATERIAL AND METHOD

Microorganism, Chemicals and Other Materials: *Anoxybacillus flavithermus* DSM 2641^T, *E. coli* DH5α, and BL21(DE3)pLys were obtained from our laboratory stocks. Modifying enzymes such as DNA polymerase, DNA ligase, restriction endonucleases, and dNTPs were purchased from ThermoScientific (USA). The purification kits for PCR

products or DNA restriction fragments from agarose gels were obtained from Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega Co., Madison, USA). Plasmid and genomic DNA isolation kits were purchased from Thermo Sci. (GeneJet Plasmid Miniprep Kit) and Promega Co. (Wizard® Genomic DNA Purification Kit), respectively. All other chemicals and reagents were obtained from Sigma & Aldrich Inc. (St. Louis, MO, USA) and Merck GmbH (Germany). All primers for PCR were synthesized by Macrogen Inc. (Amsterdam, Netherlands).

Strains and Their Growth Conditions: *Anoxybacillus flavithermus* DSM 2641^T was cultivated under aerobic conditions at 55°C in Luria-Bertani (LB) medium containing 1% (w/v) bacto-tryptone, 0.5% (w/v) yeast extract, 0.5% (w/v) NaCl. *Escherichia coli* DH5 α and BL21(DE3)pLys used as a host for cloning and expression studies were grown in LB medium. And also, LB medium with ampicillin (100 μ g/mL) or kanamycin (30 μ g/mL) was used in clonal selection and expression studies, respectively.

Cloning of *AfgchI* gene: Genomic DNA isolation from *A. flavithermus* was performed by Promega Wizard Genomic DNA Purification Kit (Promega Corporation, Madison, WI, USA) according to the manufacturer's protocol. To obtain *AfgchI* gene by PCR from *A. flavithermus*, we designed a pair of primers (forward, adding with *NcoI* restriction site, *AfgchF*: 5'-CCATGGTAGAATCGGATTACG-3' and reverse, adding with *XhoI* restriction site, *AfgchR*: 5'-CTCGAGCTATTTAATCAGCGC-3') according to NCBI GenBank data of *gchI* gene from *A. flavithermus* WK1 (NCBI Reference Sequence: CP000922). The PCR conditions were as follows: one cycle of the first denaturation at 94°C for 1 min, 30 cycles of denaturation at 94°C for 1 min, annealing at 50°C for 2 min, extension for 72°C for 1 min, and final extension at 72°C for 4 min. After gel extraction with Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega Co., Madison, USA), the 603 bp PCR product of *AfgchI* was ligated into pGEM®-T/Easy Vector (Promega Co., Madison, USA) according to manufacturer's protocol. This vector was transformed into chemically competent *E. coli* DH5 α host cells. The obtained colonies containing the recombinant plasmids were identified and confirmed by restriction digestion with suitable enzymes, PCR, and DNA sequencing. The recombinant plasmid was obtained from the same enzyme and cloned into pET28a(+) and introduced into *E. coli* BL21(DE3)pLys for expression.

Expression and Purification of Recombinant Enzyme: One colony was inoculated into 3 mL LB broth containing kanamycin (30 μ g/mL) and incubated overnight at 37°C with shaking at 150 rpm. A sufficient aliquot of the overnight culture was added into 400 mL LB medium with 30 μ g/mL kanamycin and incubated at the same conditions. When the optical density at 600 nm of the cultures reached 0.5, cells were induced with 1 mM IPTG. After 4 hours, the pellet of the cultures was obtained by centrifugation at 8000 rpm for 10 min at 4°C. The pellet was resuspended and purified His

Link™ Protein Purification System (Promega, Madison, WI, USA) according to the manufacturer's protocol. Then purified protein was checked by SDS-PAGE (12% w/v). Then, the protein concentration of the dialyzed sample was determined by the Bradford methods (Bradford, 1976).

Enzyme Assays and Determination of Kinetic Parameters: Enzyme activity was determined using Tanaka et al. (2005) with minor modification. In this method, the incubation temperature was used as 55°C. The reaction mixture (100 μ L) comprised 50 mM Tris-HCl (pH 8.0), 0.1 M KCl, 2 mM MgCl₂, 1 mM GTP and about 0.2 μ M enzyme (AFGCHI). Reactions were performed at 55°C for 1 hour and terminated by the addition of an oxidation solution comprising 1% I₂ and 2% KI in 1 N HCl for 15 min in dark condition. The product (NH₂TP) was oxidized to neopterin triphosphate by the iodine. Excess iodine was reduced by the addition 15 μ L 2% ascorbic acid. The fluorescence of neopterin triphosphate was measured with excitation at 350 nm and emission at 450 nm using a SpectraMax spectrofluorimeter (Molecular Devices, CA, USA). We use a neopterin as standart.

Characterization of AFGCHI

Effects of pH and temperature on AFGCHI activity: The pH and temperature effects on the activity were determined in the pH range of 5.5-9.0 and 37-85°C. The buffers were MES for pH 5.5 and 6.0, potassium buffer for pH 5.8, 6.6, 7.2, and 8.0, Tris-HCl for pH 7.5, 8.0, and 8.8, and also glycine-NaOH for pH 9.0. After determining the optimum pH, the reaction was done between 37-85°C for optimum temperature experiments.

Determination of Kinetic Parameters: The K_m and V_{max} values of the AFGCHI, were determined using 10-50, 100-500 μ M, and 1, 3, 5, and 10 mM GTP by the optimized conditions. The kinetic values were determined from the results using Origin 8.0 program.

RESULTS AND DISCUSSION

Cloning of *AfgchI*: In this study, we completed the characterization of AFGCHI enzyme belonging to *A. flavithermus* bacteria which is a thermophilic character. Data from the gene encoding the enzyme was obtained using NCBI data from *A. flavithermus* WK1 bacteria, whose genome analysis was completed previously. Based on these data, the primers designed by PCR were found to be 603 base pairs as in the original strain. It has a total size of 200 amino acids. Cloning the gene, p6xHis-*AfgchI* was constructed and successfully expressed in *E. coli* BL21(DE3)pLys cells. After expression with 1 mM IPTG at appropriate time according to the manufacturer's protocol, the cells were collected and sonicated. A heat treatment of cell extract at 60°C at 30 min eliminated most of the host cell's proteins. Then, a Ni-NTA affinity chromatography was used to purify the AFGCHI and dialysis was performed. SDS-PAGE analysis (12%) showed that the purified protein was homogeneous with a molecular mass of 24 kDa (Fig 2).

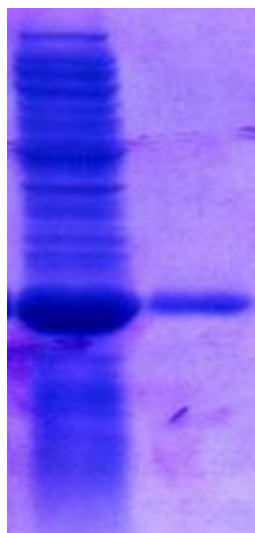


Figure 2. 12% SDS-PAGE profiles of AfGCH-I (Crude extract on the left after IPTG induction, Ni-NTA purified AFGCH-I on the right).

The amino acid sequences of the gene have similar to *A. kamchatkensis*, *A. sp. DT3-1*, and *A. sp. SK3-4* (98%), *Geobacillus sp. WCH70* (89%), *G. sp. Y4.1MC1*, *G. thermodinitrificans* NG80-2, and *G. thermoglucosidasius* (87%), *Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *G. kaustophilus* HTA426, *G. thermoleovorans* CCB_US3_UF5 and *G. caldxylosilyticus* (86%), *B. cytotoxicus* NVH 391-98, *B. thuringiensis* HD-771, *B. cereus* ATCC 14579, and *B. thuringiensis* str. Al Hakam (85%), and *B. megaterium* WSH-002 (83%). These organisms are closely related to *A. flavithermus*. Comparing the amino acid numbers, *Bacillus anthracis* strain A0248, *B. cereus* strain Q1 and AH820, *B. weihenstephanensis* strain KBAB4, *B. huringiensis* subsp. *konkukian* strain 97-27 and 189, *B. amyloliquefaciens* strain FZB42, *B. subtilis* strain 168 has 190 amino acids, *G. sp.* strain WCH70 has 188, *B. halodurans* strain ATCC BAA-125 has 299 amino acids. In the other thermophilic bacteria, we see different numbers of amino acids of the gene, for examples, *Thermotoga maritima* strain ATCC 43589, *Thermotoga neapolitana* strain ATCC 49049, and DSM 4359 have 259, *Thermodesulfovibrio yellowstonii* strain ATCC 51303 and DSM 11347 have 188, *Thermoanaerobacter pseudethanolicus* strain ATCC 33223 has 188 (BRENDA data, see <https://www.brenda-enzymes.org/enzyme.php?ecno=3.5.4.16>).

The optimal pH for AfGCHI was 8.0 with GTP as substrate. The enzyme shows <10% of the activity at pH 5.8 (Fig 3a). According to BRENDA data, this value was 8.0 for *G. sterothermophilus*, 8.0 for *B. subtilis*, 8.5 for *Thermus thermophilus*, and 6.5 for *Methanococcus janashii* (Suzuki et al., 1979; De Saizieu et al., 1995; Tanaka et al., 2005; Grochowski et al., 2007; respectively). The optimal temperature for AfGCHI was 65°C. At the optimum bacterial growth temperature (55°C), the enzyme shows 75% of the original activity (Fig 3b). In other studies, we see that the optimum temperature value differs depending on how it works, *i.e.* 42°C for *E. coli*, 37-78°C for *G. sterothermophilus*,

and 37°C for *B. subtilis*, (Yim & Brown, 1976; Suzuki et al., 1979; De Saizieu et al., 1995, respectively).

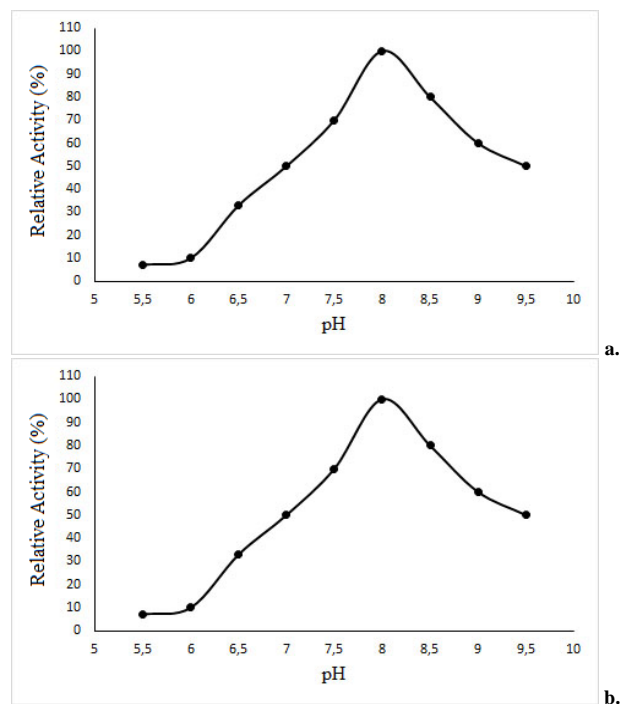


Figure 3. a. Determination of optimal pH of AfGCHI, b. Determination of optimal temperature of AfGCHI.

Kinetic futures of AfGCHI: The enzyme had the V_{max} and K_m for 100.93 ± 3.5 nM/min/mg protein and 243 ± 23.25 μ M for GTP (Fig 4). Compared to the literature, K_m values of *Thermotoga maritima* COG1469 are 0.0023-0.0053 μ M (El Yocoubi et al., 2006), 2.9 μ M in *E. coli* (Yim & Brown, 1976), 4.2 μ M of *Thermus thermophilus* (Tanaka et al., 2005), 4.0 μ M of *B. subtilis* (De Saizieu et al., 1995), 80 μ M of *Streptomyces tubercidicus* (Yo et al., 1998), and 980 μ M for *Geobacillus sterothermophilus* (Suzuki et al., 1979). As it is known, as an enzyme's interest in the substrate increases, its K_m value decreases. According to the literature data, the K_m value of our enzyme is low in the substrate when compared to GCH-I enzymes obtained from different sources studied. It is high only compared to the same enzyme of *G. sterothermophilus*, which has a similar thermophilic character.

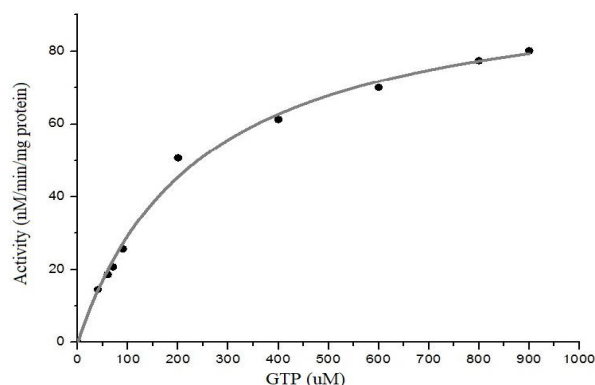


Figure 4. Lineweaver-Burk plots of AfGCHI under optimal conditions.

DISCUSSION AND CONCLUSION

As a result, AFGCHI is one of the enzymes that must be used to make bacteria as an alternative to the chemical synthesis of BH₄, which is used in the treatment of phenylketonuria disease, which has a prevalence of 1/4500 in our country and one of 20-25 children is caught each year. The enzymes are thermophilic character previously mentioned reasons it is preferred for industrial applications (Andrade et al., 1999; Hartley et al., 2000; Taylor et al., 2004; Hizal, 2013). This study showed that the human homologous GCHI enzyme can be cloned from a thermophilic bacterium, thus NH₂TP can be obtained without chemical synthesis. The pathway can be completed by similarly cloning and characterizing other enzymes.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by Recep Tayyip Erdogan University Research Foundation under Grant (2011.102.03.4).

REFERENCES

- Andrade, C., Pereira, N. & Antranikian, G. (1999). Extremely thermophilic microorganisms and their polymer-hydrolytic enzymes. *Revista de Microbiologia*, **30**, 287-298. DOI: 10.1590/S0001-37141999000400001
- Blau, N. & Burgard, P. (2005). Disorders of phenylalanine and tetrahydrobiopterin metabolism. *Physician's Guide to the Treatment and Follow-up of Metabolic Diseases*. N. Blau, G. Hoffmann, J. Leonard and J. Clarke. Heidelberg, Springer, pp 25-34.
- Blau, N., Thöny, B., Cotton, R.G.H. & Hyland, K. (2001). Disorders of tetrahydrobiopterin and related biogenic amines. In: Scriver, C. R., Beaudet, A. L., Sly, W. S., Vale, D., Childs, B., Vogelstein, B. (eds). *The metabolic and molecular bases of inherited disease*, 8th ed. McGraw-Hill, New York, pp 1725-1776.
- Bradford, M. (1976). A Rapid and Sensitive Method for the Quantification of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, **72**(1-2), 248-254. DOI: 10.1006/abio.1976.9999
- Celik, E. (2018). *Termofilik Anoxybacillus flavithermus DSM2641^T Bakterisinin ptps Geninin Klonlanması, Ekspresyonu ve Enzimin Biyokimyasal Karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Rize, Türkiye, 57s.
- De Saizieu, A., Vankan, P. & van Loon, A. (1995). Enzymatic characterization of *Bacillus subtilis* GTP cyclohydrolase I. *Biochem. J.*, **306**, 371-377.
- El Yacoubi, B., Bonnett, S., Anderson, J.N., Swairjo, M.A., Iwata-Reuyl, D. & de Crecy-Lagard, V. (2006). Discovery of a New Prokaryotic Type I GTP Cyclohydrolase Family. *The Journal of Biological Chemistry*, **281**(49), 37586-37593. DOI: 10.1074/jbc.M607114200
- Grochowski, L.L., Xu, H., Leung, K. & White, R.H. (2007). Characterization of an Fe(2+)-dependent archaeal-specific GTP cyclohydrolase, MptA, from *Methanocaldococcus jannaschii*. *Biochemistry*, **46**, 6658-6667. DOI: 10.1021/bi700052a
- Hartley, B.S., Hanlon, N., Jackson, R.J. & Rangrajan, M. (2000). Glucose isomerase: insight into protein engineering for increased thermostability. *Biochem. Biophys. Acta*, **1543**, 294-335. DOI: 0.1016/s0167-4838(00)00246-6
- Hizal, Ö. (2013). *Anoxybacillus flavithermus Bakterisinin Isıl Kararlı Guanozintrifosfat Siklohidrolaz-I Geninin Klonlanması ve Ekspresyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Rize, Türkiye, 42s.
- Kalemci, M. (2020). *Termofilik Anoxybacillus amylolyticus Bakterisinin gchl Geninin Klonlanması ve Enzimin Biyokimyasal Karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Rize, Türkiye, 63s.
- Kure, S., Hou, D.C., Ohura, T., Iwamoto, H., Suzuki, S., Sugiyama, N., Sakamoto, O., Fujii, K., Matsubara, Y. & Narisawa, K. (1999). Tetrahydrobiopterin-responsive phenylalanine hydroxylase deficiency. *The Journal of Pediatrics*, **135**(3), 375-378. DOI: 10.1016/s0022-3476(99)70138-1
- Maita, N., Okada, K., Hatakeyama, K. & Hakoshima, T. (2002). Crystal structure of the stimulatory complex of GTP cyclohydrolase I and its feedback regulatory protein GFRP. *PNAS*, **99**(3), 1212-1217. DOI: 10.1073/pnas.022646999
- Moenz, A.L. & Kass, D.A. (2006). Tetrahydropterin and Cardiovascular Disease. *Arterioscler Thromb Vasc. Biol.*, **26**, 2439-2444. DOI: 10.1161/01.ATV.0000243924.00970.cb
- Muntau, A.C., Röschinger, M., Habich, M., Demmelmair, H., Hoffmann, B., Sommerhoff, C.P. & Roscher, A.R. (2002). Tetrahydrobiopterin As An Alternative Treatment For Mild Phenylketonuria. *N. Engl. J. Med.*, **347**(26), 2122-2132. DOI: 10.1056/NEJMoa021654
- Özer, I. (2004). Fenilketonüri Örneğinde Doğumsal Metabolik Hastalıklarda Genel Tedavi Yaklaşımı. *Klinik Pediatri*, **3**(1), 26-30.
- Ponzzone, A., Spada, M., Ferraris, S., Dianzani, I. & Sanctis, L. (2004). Dihydropteridine Reductase Deficiency in Man: From Biology to Treatment. *Medicinal Research Reviews*, **24**(2), 127-150. DOI: 10.1002/med.10055
- Saw, J.H., Mountain, B.W., Feng, L., Omelchenko, M.V., Hou, S., Saito, J.A., Stott, M.B., Li, D., Zhao, G., Wu, J., Galperin, M.Y., Koonin, E.V., Makarova, K.S., Wolf, Y.I., Rigden, D.J., Dunfield, P.F., Wang, L. & Alam, M. (2008). Encapsulated in silica: genome, proteome and physiology of the thermophilic bacterium *Anoxybacillus flavithermus* WK1. *Genome Biol.*, **9**(11), R161. DOI: 10.1186/gb-2008-9-11-r161
- Spaen, L. J. M., Bakker, J.A., Velter, C., Loots, W., Rubio-Gonzalbo, M.E., Forget, P.P., Dorland, L., De Koning, T.J., Poll-The, B.T., Ploos Van Amstel, H.K., Bekhof, J., Blau, N. & Duran, M. (2001). Tetrahydropterin-responsive phenylalanine hydroxylase deficiency in Dutch neonates. *J. Inherit.*

- Metab. Dis.*, **24**, 352-358. DOI: [10.1023/a:1010596317296](https://doi.org/10.1023/a:1010596317296)
- Suzuki, Y., Yasui, T. & Abe, S. (1979).** Occurrence of GTP cyclohydrolase I in *Bacillus stearothermophilus*. *J. Biochem.*, **86**, 1679-1685. DOI: [10.1093/oxfordjournals.jbchem.a132688](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jbchem.a132688)
- Tanaka, Y., Nakagawa, N., Kuramitsu, S., Yokoyama, S. & Masui, R. (2005).** Novel reaction mechanism of GTP cyclohydrolase I. High-resolution X-ray crystallography of *Thermus thermophilus* HB8 enzyme complexed with a transition state analogue, the 8-oxoguanine derivative. *J. Biochem.*, **138**, 263-275. DOI: [10.1093/jb/mvi120](https://doi.org/10.1093/jb/mvi120)
- Taylor, I.N., Brown, R.C., Bycroft, M., King, G., Littlechild, J.A., Lloyd, M.C., Praquin, C., Toogood, H.S. & Taylor, S.J.C. (2004).** Application of thermophilic enzymes in commercial biotransformation processes. *Biochemical Society Transactions*, **32**(2), 290-292. DOI: [10.1042/bst0320290](https://doi.org/10.1042/bst0320290)
- Wang, H., Yang, B., Hao, G., Feng, Y., Chen, H., Feng, L., Zhao, J., Zhang, H., Chen, Y. Q., Wang, L. & Chen, W. (2011).** Biochemical characterization of the tetrahydrobiopterin synthesis pathway in the oleaginous fungus *Mortierella alpina*. *Microbiology*, **157**, 3059-3070. DOI: [10.1099/mic.0.051847-0](https://doi.org/10.1099/mic.0.051847-0)
- Woo, H.J., Kang, J.Y., Choi, Y.K. & Park, Y.S. (2002).** Production of Sepiapterin in *Escherichia coli* by Coexpression of Cyanobacterial GTP Cyclohydrolase I and Human 6-Pyruvoyltetrahydropterin Synthase. *Applied and Environmental Microbiology*, **68**(6), 3138-3140. DOI: [10.1128/AEM.68.6.3138-3140.2002](https://doi.org/10.1128/AEM.68.6.3138-3140.2002)
- Yamamoto, K., Kataoka, E., Miyamoto, N., Furukawa, K., Ohsuye, K. & Yabuta, M. (2003).** Genetic engineering of *Escherichia coli* for production of Tetrahydrobiopterin. *Metabolic Engineering*, **5**, 246-254. DOI: [10.1016/s1096-7176\(03\)00046-6](https://doi.org/10.1016/s1096-7176(03)00046-6)
- Yim, J.J. & Brown, G.M. (1976).** Characteristics of Guanosine Triphosphate Cyclohydrolase I Purified from *Escherichia coli*. *The Journal of Biological Chemistry*, **251**(16), 5087-5094.
- Yoo, J.C., Han, J.M., Ko, O.H. & Bang, H.J. (1998).** Purification and characterization of GTP cyclohydrolase I from *Streptomyces tubercidicus*, a producer of tubercidin. *Arch. Pharm. Res.* **21**, 692-697.



Determination of Proximate Composition and Fatty Acid Profiles of Commercial Fish Feeds

Koray KORKMAZ*

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

Geliş/Received: 25.12.2021

Kabul/Accepted: 22.03.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

How to cite: **Korkmaz, K. (2022)**, Determination of Proximate Composition and Fatty Acid Profiles of Commercial Fish Feeds. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 184-190.

Atıf yapmak için: **Korkmaz, K. (2022)**. Ticari Balık Yemlerinin Besinsel Kompozisyonu ve Yağ Asidi Profillerinin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 7(2), 184-190.

 <https://orcid.org/0000-0003-2940-6592>

***Corresponding author:**

Koray KORKMAZ
Fatsa Faculty of Marine Sciences, Department of Fisheries Engineering Technology, Ordu University, Ordu, Turkey
✉: koraykorkmaodu@gmail.com

Abstract: The proximate composition and fatty acid profiles of the selected fish feeds (S, A, G3, and G6) prepared with different rations were investigated. The results showed that the crude protein, moisture, crude lipid and crude ash level in feeds were in the range of 44.07% – 46.69%, 6.54% – 8.41%, 15.72% – 18.32%, and 7.44% – 11.37%, respectively. The percentages of total saturated fatty acids (SFA) and total polyunsaturated fatty acids (PUFA) were higher in group A than in all other group, whereas the corresponding total monounsaturated fatty acids (MUFA) content was lower. All of the feeds had higher levels of polyunsaturated fatty acid (PUFA). The n6/n3 ratio of feeds was in the range of 1.15 - 1.98. The data obtained indicate that the % composition of n3 PUFAs was lower for G3 feed. These feeds were good sources of EPA (in the range of 3.13%-4.57%) and DHA (in the range of 3.41%-8.50%). Therefore, it was concluded that these fish feeds are suitable as a balanced food choice for aquaculture.

Keywords: Fatty acid, fish feeds, proximate composition, MUFA, PUFA, SFA.

Ticari Balık Yemlerinin Besinsel Kompozisyonu ve Yağ Asidi Profillerinin Belirlenmesi

***Sorumlu yazar:**

Koray KORKMAZ
Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, Ordu, Türkiye
✉: koraykorkmaodu@gmail.com

Öz: Farklı rasyonlarla hazırlanan balık yemlerinin (S, A, G3 ve G6) besinsel kompozisyon ve yağ asidi profilleri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar yemlerdeki ham protein, nem, ham yağ ve ham kül düzeylerinin sırasıyla % 44,07 – % 46,69, % 6,54 – % 8,41, % 15,72 – % 18,32 ve % 7,44 – % 11,37 aralığında olduğunu göstermiştir. Toplam doymuş yağ asitleri (SFA) ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranları A grubunda diğer tüm gruplara göre daha yüksek iken, buna karşılık toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) içeriği daha düşük olarak bulunmuştur. Yemlerin tamamında yüksek oranlarda çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) tespit edilmiştir. Analiz edilen yemlerin n6/n3 oranı 1,15–1,98 aralığında bulunmuştur. Elde edilen veriler, n3 PUFA'ların % kompozisyonlarının G3 yemi için daha düşük olduğunu göstermiştir. Bu yemlerin iyi birer EPA (% 3,13-% 4,57 aralığında) ve DHA (% 3,41-% 8,50 aralığında) kaynakları olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, bu balık yemlerinin su ürünleri yetiştiriciliği için dengeli bir besin seçimi olarak uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yağ asitleri, balık yemleri, besinsel kompozisyon, MUFA, PUFA, SFA.

INTRODUCTION

Today, the importance of seafood in human nutrition has increased considerably and the rise of aquaculture has become inevitable. In recent years, due to the rapid development of the aquaculture sector in Turkey, the demand for fish feed has increased significantly, as well (Ertör & Ortega-Cerdà, 2019; Bayraklı & Duyar, 2019). Aquaculture is becoming more and more attractive due to the increase in market prices as a result of increasing aquaculture demand and supply-demand imbalance, and the ability to meet the demand in the desired time, quality and amount through aquaculture. The aquaculture sector has a great socio-economic importance in terms of being an important source of animal and vegetable protein, creating a wide employment area and providing an important foreign currency inflow (Doğan, 2003; Gümüş & Yılmaz, 2011). The gradual increase in the number and production amount of aquaculture enterprises and the accompanying increase in the demand for fish feed encourage the development of the aquaculture feed industry (Deng et al., 2021). While production via aquaculture was approximately 60 thousand tons in 1999, fish feed production was 38 thousand tons; while aquaculture production was 240 thousand tons in 2015, fish feed production was recorded as 375 thousand tons. Aquaculture production increased by 13% compared to the previous year and amounted to 421,411 tons. According to the data of the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Food Control, feed prices increased by 23% in 2020 compared to the previous year. More than 50% increase in feed prices in 2018 and 2019 is due to the exchange rate difference (TÜİK, 2021). However, reducing production costs is a serious issue and has increased its importance (Hoşsu et al., 2012; Korkut et al., 2004; Kutlu & Çelik, 2010).

Nowadays, most of aquaculture manufacturer use mixing feed. These mixing feeds contain components of both plant and animal sources. The most commonly used grains are wheat and corn. In addition, beer pulp, corn gluten meal, cottonseed meal, hazelnut meal, soybean meal, rice bran and various wheat industry by-products are the most widely used another plant-based industrial by-products. Among the raw materials of animal origin, blood meal, hydrolyzed feather meal, fish meal, poultry meal, shrimp meal are the most common fish feed ingredients. Mixed feeds for fish can be prepared as complete or complementary mixed feed (Admasu & Wakjira, 2021; Aydın & Gümüş, 2016).

As in the whole animal husbandry sector, one of the most important issues in aquaculture is feeding. Nutrients are the most important factor that determines the vital activities of living things (Dawood, 2021). Nutritional

demands vary according to the breed, age and environment of the breed. Both the gradual increase in the amount of aquaculture and the addition of new species to the aquaculture system encourages the enrichment of the demanded feed in terms of quantity and quality (Shah et al., 2022). The fact that feed is the most important input item in aquaculture and feed costs constitute 40-60% of the production cost, carries the feed industry to a very important position in terms of aquaculture (Orinda et al., 2021). As the formulas made from feed rations cannot be developed further, the development of fish slows down in formulas made from herbal products such as soy, causing them to reach market size in a much longer time and increase the rate of feed utilization. Feed quality directly affects egg quality, hatching rate, survival rate, growth performance, meat quality, rearing time and price of the final product (Majdoubi et al., 2021). For this reason, quality control analyzes should be done very carefully and precisely for the development of aquaculture, to increase the competitiveness (Altıniğne, 1992), to increase the quality of the feed and final product (Gündüz, 2002), to ensure development in a short time (Mueller, 2004), to increase the welfare of the animal, low cost, high profit and global traceability and validity (Skoog et al., 2007).

In fish feeding, it is difficult to predetermine the time required to reach the desired fatty acid composition by applying a special diet. While it is possible to see the effect of dietary fatty acids on the fatty acid composition of the fish in a very short time in fast growing young fish. But, the initial fatty acid composition continues its effect strongly until the final compound is formed in large fish with low weight gain. Concentration of fatty acids in tissues is modulated by many different metabolic factors. The final composition of fatty acids varies depending on the initial fatty acid content, the amount of dietary fatty acids, growth rate and duration (Robin et al., 2003).

The nutritional and commercial value of fish depends on the structure of different fish and seafood meats and edible parts. The main chemical components of fish meat are water, protein and fat. These components constitute 98% of the fish meat and affect the nutritional value, sensory quality and storage stability of the fish. The other 2% consists of carbohydrates, vitamins and mineral substances. The chemical structure of fish varies depending on species, age, sex, living environment and season. The protein amount of fish meat is quite constant and does not show any deviation between different species, but the effect of the nutrition and maturity level of the fish is observed (Varlık et al., 2004). The distribution of fatty acids in fish (especially polyunsaturated fatty acids; n-3 fatty acids) is of great importance for human health. Feed making and the use of related raw materials, which have an important share in the rapidly developing aquaculture

production in recent years, are in an important position especially for the businesses related to the subject. Many studies have been conducted on feeds containing 40-65% of the cost in aquaculture. The purpose of these is generally to reduce feed costs and to evaluate them. In this study, it was aimed to reveal the nutrient composition and fatty acid profiles of different commercial feeds used in aquaculture.

MATERIAL AND METHOD

Sampling: The feed samples used in this study were obtained from a commercial company located in Ordu, Turkey. The name of feeds were S, A, G3 and G6.

Proximate Composition Analysis: The Kjeldahl method was used to determine the protein content (AOAC, 1984). To evaluate the crude lipid content, Bligh and Dyer, (1959) method was used. Moisture and ash analysis were carried out according to the methods of AOAC 920.153, (2002) and 950.46, (2002) respectively. As mentioned in the methods, samples were used for each group of feed as 1 g in protein analysis, 5 g in lipid analysis and 3 g in moisture-ash analysis. Each analysis was performed in triplicates.

Fatty Acid Methyl Ester Analyses (FAME): To determine fatty acid profiles, fatty acid methyl esters from the extracted lipid were made according to the method of Ichihara et al., (1996). 25 mg of the extracted oil sample was added with 4 ml of 2M KOH and 2 ml of n-heptane. Then, it was stirred in a vortex for 2 minutes at room temperature and centrifuged at 4000 rpm for 10 minutes and the n-heptane layer was taken for analysis on a gas chromatography (GC) instrument.

Gas Chromatographic Condition: fatty acid composition was analyzed using a Gas Chromatography (GC) Clarus 500 device (Perkin-Elmer, USA), one flame ionization detector (FID) and SGE (60 m X 0.32 mm ID BPX70 X 0.25 μ m, USA) column. Injector and detector temperatures were set as 260 and 230 °C, respectively. During this time, the furnace temperature was kept at 140 °C for 8min. After that, it was increased by 4 °C per minute until 220 °C, and from 220 to 230 °C by increasing the temperature 1 °C per minute. It was kept at 230 °C for 15 min to complete analysis. Sample scale was 1 μ L and carrier gas was controlled at 16 psi. For split flow 40 mL min⁻¹ (1:40) level was used. Fatty acids were identified by comparing the retention times of FAME (Supelco, Catalogue No: 18919) with the standard 37-component FAME mixture. Three replicates of GC analyses were carried out and the results were expressed in GC area % as mean value \pm standard deviation (SD).

Statistical Analysis: Statistical analyses were performed using SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). ANOVA (Duncan's New Multiple Range Test) was

used to determine the significant differences in fatty acid profiles between the groups ($p < 0.05$). For each group, triplicates were compared.

RESULTS and DISCUSSION

Proximate Composition of Fish Feeds: Nutritional composition of four different fish feeds prepared with different formulations are given in Table 1.

Table 1. Proximate composition of fish feeds.

	Groups			
	S	A	G3	G6
Protein	45.21 \pm 0.60 ^{ab}	45.43 \pm 0.23 ^b	46.69 \pm 0.18 ^c	44.07 \pm 0.02 ^a
Lipid	15.72 \pm 0.39 ^a	16.31 \pm 0.57 ^a	16.63 \pm 0.58 ^a	18.32 \pm 0.35 ^b
Moisture	7.92 \pm 0.04 ^c	6.54 \pm 0.09 ^a	8.41 \pm 0.02 ^d	6.67 \pm 0.09 ^b
Ash	7.44 \pm 0.08 ^a	11.37 \pm 0.05 ^d	10.27 \pm 0.15 ^c	9.30 \pm 0.20 ^b

Different letters (a-d) in the same columns for each groups significant differences ($p < 0.05$). Were the protein, lipid and ash values calculated on dry weight of samples.

The results showed that the crude protein, crude lipid, moisture and crude ash level in feeds were in the range of 44.07% – 46.69%, 15.72% – 18.32%, 6.54% – 8.41% and 7.44% – 11.37%, respectively. Among the 4 different commercial fish feed diets, the highest crude protein ratio was found in G3 (46.69%) and the crude protein content of all diets was within the recommended recommendable range (40-45%) for commercial fish (NRC, 1983). The protein requirement of commercial fish is influenced by a variety of factors, including fish size, water temperature, feeding rate, availability and quality of natural foods, and overall digestible energy content of the diet (Satoh, 2000; Wilson, 2000). Watanabe et al., (1990) observed that fish production could be increased and more profitable by using a high protein (>35%) ration in their diet. Protein ratio of 34-55% and lipid ratio of 14-38% were determined in salmon rearing and rearing feeds in European countries (FAO, 2007). Increasing protein retention from the diet, quality and mix of different proteins and the inclusion of partially pre-digested proteins have shown good results (Calheiros, 2003; FAO, 2004, Lunger et al., 2007).

Protein deficiency will mean slower growth, while overfeeding will incur the cost. For this reason, feeds are formulated to contain the right amount of protein (Wilson, 1994). In the studies carried out, the researchers determined the protein ratio in the rations to be between 40-60% (Aniebo et al., 2008; Atteh & Ologbenla, 1993; Fasakin et al., 2003; Ugwumba et al., 2001). The highest lipid ratio among the groups was found to be 18.32% in the G6 feed. 40% of the total energy in the ration can be met with fats. Fat level in the ration can be in the range of 15-25%. Trout starter feeds should contain 12-16% oil, grower feeds should contain 8-10% and breeder feeds should contain 6-8% oil. Harel, (1992) revealed that the lipid composition in the tissues of sea bream rootstocks is equal

to the lipid composition in the feed, even in a 15-day feeding. Lipids are an important source for fish. It helps transport energy and fat-soluble vitamins and steroids. Essential fatty acids support normal larval development and play an important role in fish growth and reproduction (Mishra & Mukhopadhyaya, 1996). According to the results of the analysis for 4 feed rations, the highest moisture content was found to be 8.41% in G3 feed. Compared to low humidity, high humidity fish food molds easily. It is vulnerable to bacteria and parasites and therefore should be stored well (Awoniyi et al., 2004). The highest ash rate was found to be 11.37% in the group of A feed. The minerals in a food provide a measure of the total amount. Fish need the same minerals for tissue formation and other metabolic functions.

In determining the nutritional value of the feed, giving the energy needed by the fish in the fish feed ration; macronutrients consisting of protein, fat and carbohydrates, and micronutrients and additives consisting of various vitamins and minerals (Erteken & Haşimoğlu, 2007). The required protein quality is an important factor regarding feed raw materials, and the differences in protein content of plant-based and animal-origin raw materials should be well examined and should be kept complementary in feed rations when necessary (Korkut & Yıldırım, 2003).

Fatty Acids Profiles of Fish Feeds: Fish farming has rapidly developed in recent years with the increasing world population. However, the production of fish feed makes it very expensive and difficult to obtain fish farming in some countries. In 2018, global fish production reached approximately about 179 million tonnes (FAO, 2018). 55% of this production is obtained by fishing and 45% by aquaculture. The general opinion is that fishing will not increase in 15-20 years but it will be increase further. This situation shows that fishing production will not meet the nutrient needs of the people after a while and that the deficit will be covered by aquaculture production. Accordingly, fish feed production and raw material supply gain importance (FAO, 2015). Again, the selection of these raw materials according to the nutritional needs of the fish species and their return to the feed cost gained importance. Fish oil is one of the raw materials used in fish feeds and contains the most omega 3 fatty acids such as EPA and DHA. Fatty acid profiles of four different fish feeds prepared with different formulations are given in Tables 2-5.

26 different fatty acids were identified in the feed samples. The major fatty acids in all feeds are C14: 0, C16: 0, C18: 0, C16: 1, C18: 1n-9, C20: 1n-9, C18: 2n-6, C18: 3n-3, EPA and DHA. The percentages of saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) of feed samples were

determined between 19.45-23.42%, 31.74-44.29% and 29.28-38.12% respectively.

SFA values of feed samples are shown in Table 2. Total SFA level of feed S was the lower than those of the other 3 feeds. Among the SFAs, myristic acid (C14: 0), palmitic acid (C16: 0) and stearic acid (C18: 0) were found to be the highest fatty acids in all groups. While the highest levels of palmitic acid (13.84%) and stearic acid (4.05%) were detected in group A, the lowest level (11.08% and 3.10%, respectively) was observed in group S. The level of myristic acid, which is another important SFA, was determined to vary between 2.89-2.11%. The highest level of myristic acid was determined in group A (2.89%) and the lowest in G3 group (2.11%). Statistically significant differences were observed among myristic, palmitic and stearic acid value of groups ($p < 0.05$).

Table 2. SFA contents of fish feeds.

Fatty Acids	Groups			
	S	A	G3	G6
C14:0	2.61±0.08 ^c	2.89±0.01 ^d	2.11±0.01 ^a	2.46±0.04 ^b
C15:0	0.28±0.01 ^{bc}	0.38±0.01 ^c	0.02±0.00 ^a	0.11±0.14 ^{ab}
C16:0	11.08±0.45 ^a	13.84±0.04 ^c	12.05±0.04 ^b	11.91±0.05 ^b
C17:0	0.27±0.01 ^c	0.21±0.01 ^a	0.24±0.00 ^b	0.27±0.00 ^c
C18:0	3.10±0.11 ^a	4.05±0.02 ^c	3.66±0.04 ^b	3.61±0.23 ^b
C20:0	0.38±0.03 ^b	0.78±0.01 ^c	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a
C22:0	0.64±0.03 ^c	0.43±0.01 ^a	0.57±0.01 ^b	0.67±0.00 ^c
C24:0	1.10±0.11 ^b	0.87±0.01 ^a	0.93±0.01 ^a	1.11±0.00 ^b
ΣSFA	19.45±0.54^a	23.42±0.04^b	19.58±0.06^a	20.14±0.47^a

Different letters (a-d) in the same row represent significant differences ($p < 0.05$) for each group

In contrast of SFA, total monounsaturated fatty acids (MUFA) level of feed G6 was significantly ($p < 0.05$) higher than those of the other feeds (Table 3). The major FA in MUFA for all groups was oleic acid (C18:1n-9) followed by eicosenoic acid (C20:1n9) and palmitoleik asit (C16:1). There were statistically significant differences in these fatty acids for all groups ($p < 0.05$). Oleic, eicosenoic and palmitoleic acid levels were in the range of 25.00-35.81% (G6>S>G3>A), 1.85-3.85% (S>G6>G3>A) and 2.74-3.16% (G6>A>S>G3), respectively.

Table 3. MUFA contents of fish feeds.

Fatty Acids	Groups			
	S	A	G3	G6
C14:1	0.11±0.00 ^c	0.06±0.01 ^b	0.03±0.01 ^a	0.03±0.00 ^a
C15:1	0.03±0.01 ^a	0.01±0.01 ^{ab}	0.01±0.00 ^{ab}	0.00±0.00 ^a
C16:1	2.90±0.11 ^b	2.96±0.01 ^b	2.74±0.01 ^a	3.16±0.04 ^c
C17:1	0.17±0.01 ^a	0.25±0.00 ^d	0.19±0.00 ^b	0.20±0.0 ^c
C18:1n9	33.68±1.53 ^{bc}	25.00±0.03 ^a	32.39±0.06 ^b	35.81±1.12 ^c
C18:1n7	1.99±0.01 ^a	1.41±0.02 ^a	1.51±0.02 ^a	1.42±0.47 ^a
C20:1n9	3.85±0.19 ^d	1.85±0.01 ^a	2.91±0.02 ^b	3.30±0.01 ^c
C22:1n9	0.48±0.04 ^c	0.21±0.01 ^a	0.33±0.01 ^b	0.37±0.00 ^b
C24:1n9	0.13±0.01 ^b	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a
ΣMUFA	43.31±1.26^c	31.74±0.06^a	40.09±0.10^b	44.29±0.62^c

Different letters (a-d) in the same row represent significant differences ($p < 0.05$) for each group.

Total polyunsaturated fatty acid (PUFA) levels of feed A (38.12%) were higher compared with the other feed groups ($p < 0.05$), followed by groups G3 (33.98%), S

(31.70%) and G6 (29.28%), respectively (Table 4). The main FA in PUFAs was linoleic acids (C18:2n-6) which is the highest to lowest was observed in groups G3>A>G6>S. The highest PUFAs after linoleic acid were linolenic acid (C18:3n-3), EPA (C20:5n-3), and DHA (C22:5n-3). EPA and DHA are crucial fatty acids essential for human. Main resource of these essential FAs is seafood. In this respect, the amount of these fatty acids is very important in feed rations used in fish feeding. The highest level of EPA and DHA were observed in the group A followed by S> G6> G3 groups, respectively. While the highest EPA was determined in group A with 4.57%, the lowest EPA was determined in G3 group with 3.13% ($p<0.05$). DHA which is an important fatty acid was detected in the range of 3.41-8.50% in fish feeds.

Table 4. PUFA contents of fish feeds.

Fatty Acids	Groups			
	S	A	G3	G6
C18:2n6	14.55±0.93 ^a	19.56±0.06 ^b	20.55±0.12 ^b	15.03±0.05 ^a
C18:3n6	0.13±0.04 ^b	0.05±0.01 ^a	0.08±0.00 ^{ab}	0.11±0.00 ^b
C18:3n3	5.43±0.36 ^c	3.63±0.01 ^a	4.61±0.06 ^b	4.45±0.06 ^b
C20:2 cis	0.92±0.06 ^c	0.46±0.00 ^a	0.67±0.01 ^b	0.85±0.01 ^c
C20:3 n6	1.72±0.34 ^b	1.23±0.01 ^a	1.47±0.01 ^{ab}	1.64±0.02 ^{ab}
C20:4 n6	0.04±0.00 ^a	0.04±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	0.03±0.01 ^a
C20:5n3	3.44±0.25 ^a	4.57±0.01 ^b	3.13±0.02 ^a	3.23±0.01 ^a
C22:2 cis	0.02±0.01 ^a	0.09±0.00 ^c	0.06±0.00 ^b	0.11±0.00 ^d
C22:6 n3	5.46±0.58 ^b	8.50±0.00 ^c	3.41±0.01 ^a	3.84±0.01 ^a
ΣPUFA	31.70±1.79 ^{ab}	38.12±0.04 ^c	33.98±0.16 ^b	29.28±0.13 ^a

Different letters (a-d) in the same row represent significant differences ($p < 0.05$) for each group

Yıldız (2008) reported that the 15 different fatty acids were determined for 14 fish feeds commonly available in Turkey for marine fish species, particularly sea bream and sea bass (juvenile, adult, and broodstock). The researcher found that n-3 HUFA levels in juvenile, adult, and broodstock fish feeds were in the range of 2.5-3.9%, 1.5-3.5%, and 2.1-4.9%, respectively. Similarly, DHA levels in these dry feeds were in the range of 1.4-2.3%, 0.5-1.8%, and 1.2-3.0%, and EPA levels were in the range of 1.1-1.5%, 1.0-1.6%, and 0.8-1.8%, respectively. Arachidonic acid (C20:4n-6) levels as percentage of total fatty acids in juvenile, adult, and broodstock fish feeds were 0.5-0.9%, 0.5-0.8%, and 0.6-0.9%, respectively. Similar results were found in our current study.

Table 5. ΣPUFA/SFA, Σn6, Σn3, Σn6/Σn3 and DHA/EPA contents of fish feeds.

Fatty Acids	Groups			
	S	A	G3	G6
ΣPUFA/SFA	1.63±0.05 ^b	1.63±0.00 ^b	1.74±0.01 ^c	1.45±0.01 ^a
Σn6	16.44±0.54 ^a	20.87±0.06 ^b	22.11±0.13 ^c	16.80±0.04 ^a
Σn3	14.33±1.20 ^b	16.70±0.02 ^c	11.15±0.02 ^a	11.52±0.08 ^a
Σn6/n3	1.15±0.06 ^a	1.25±0.00 ^b	1.98±0.01 ^d	1.46±0.01 ^c
DHA/EPA	1.59±0.05 ^c	1.86±0.00 ^d	1.09±0.00 ^a	1.19±0.00 ^b

Different letters (a-d) in the same row represent significant differences ($p < 0.05$) for each group.

ΣPUFA/ΣSFA, Σn-3, Σn-6, n-6/n-3 and DHA/EPA comparatively contents of fish feeds are given

in Table 5. Statistical differences were observed between groups in terms of ΣPUFA/ΣSFA ($p<0.05$). The highest ΣPUFA/ΣSFA ratio (1.74) was determined in the G3 group, while the lowest value (1.45) was determined in the G6 group. HMSO, (1994) reported that the PUFA/SFA ratio should be at least 0.45.

The results obtained from our study were above this threshold. Therefore, it is predicted that fish fed with a balanced PUFA/SFA ratio will have a similar accumulation in muscle tissue. While Σn-6 amount was highest in G3 group with 22.11%, the lowest value was observed in S group with 16.44%. When investigate the amount of Σn-3, which constitutes an important part of the lipids found in fish muscle, it was determined that it was in the range of 11.15-16.70% in all groups. Σn-6/Σn-3 ratios were found to be highest in G3 group (1.98) and lowest in S group (1.15). The UK Department of Health recommended a maximum n6/n3 ratio as 4 (HMSO, 1994). None of the results we obtained were observed to exceed this threshold value. The DHA/EPA ratio was a good indicator of the lipid quality of the product, which was in the range of 1.09-1.86, and statistical differences were found between the groups ($p < 0.05$). Yildiz, (2008) reported that the DHA/EPA rates for juvenile, adult, and broodstock fish feed were in the range of 1.1-1.5%, 0.5-1.4%, and 0.7-1.6%, respectively. These results were consistent with our study. Parpoura and Alexis (2001) reported that European sea bass has a minimum requirement of 1.35% EPA + DHA (EFA) for optimum performance. In our study, the lowest amount of EFA was found in the G3 group (6.54%) and the highest in the A group (13.07%).

CONCLUSION

Feed making which have an important share in the rapidly developing aquaculture production in recent years, are in an important position especially for businesses that are related to the subject. Many studies have been conducted on feeds containing 40-65% of the cost in aquaculture. The purpose of these is generally to reduce feed costs and to evaluate them. Various companies are researching to produce feeds with less cost and higher feed conversion ratio by using alternative protein sources for fish feed production. In conclusion, it may be concluded that these feeds are suitable items in the aquaculture diet. These feeds were good sources of EPA and DHA.

REFERENCES

Admasu, F. & Wakjira, M. (2021). Benefits of Aquafeed Ingredients Choice and Management Practices for

- Fish Farming. *Experimental Food Science & Nutrition*, 2(3),43.
- Altıniğne, N. (1992).** Besin analizi teorik. E.Ü. Eczacılık Fakültesi Yayınları. Ege.b1115856. 213, İzmir.
- Aniebo, A.O., Erondü, E.S. & Owen, O.J. (2008).** Proximate composition of housefly larvae (*Musca domestica*) meal generated from mixture of cattle blood and wheat bran. *Livestock Research for Rural Development*, 20(12).
- AOAC. (1984).** Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists. Washington DC: Association of official analytical chemists.
- AOAC. (2002).** Official method 920.153. Ash content. In: Official methods of analysis, 17th Ed, association of official analytical chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.
- AOAC. (2002).** Official method 950.46. Moisture content in meat. In: Official methods of analysis, 17th Ed, association of official analytical chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.
- Atteh, J.O. & Ologbenla, F.D. (1993).** Replacement of fishmeal with maggots in broiler diet: Effects on performance and nutrient retention. *Nigerian Journal of Animal Production*, 20, 44-49. DOI: 10.51791/njap.v20i.2100
- Aydin, B. & Gümüş, E. (2016).** Alternative feed ingredients in fish diets: Distiller's dried grains with solubles. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 1(3), 87-91.
- Awoniyi, T.A.M., Adetuyi, F.C. & Akinyosoye, F.A. (2004).** Microbiological investigation of maggot meal, stored for use as livestock feed component. *Journal of Food, Agriculture & Environment (JFAE)*, 2(3-4), 104-106.
- Bayraklı, B. & Duyar, H. A. (2019).** Karadeniz'de farklı hammaddelerden elde edilen balık unlarının besin kompozisyonu. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 545-550.
- Bligh, E.G. & Dyer, W.J. (1959).** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry & Physiology*, 37(8), 911-917. DOI: 10.1139/o59-099
- Calheiros, D. (2003).** Alternate sources of protein in feed for cultural fish. A case study on Atlantic cod fry *Gadus morhua*. Final project, UNU, Fishery Training programme.
- Dawood, M.A. (2021).** Nutritional immunity of fish intestines: Important insights for sustainable aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 642-663. DOI: 10.1111/raq.12492
- Deng, Y., Chen, F., Liao, K., Xiao, Y., Chen, S., Lu, Q. ... & Zhou, W. (2021).** Microalgae for nutrient recycling from food waste to aquaculture as feed substitute: a promising pathway to eco-friendly development. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 96(9), 2496-2508. DOI: 10.1002/jctb.6786
- Doğan, K. (2003).** Ülkemizin akuakültür potansiyeli. Deniz ve Balıkçılık, *Aylık Sektörel İhtisas Dergisi*, 3(10-12), Kısım I-II.
- Erteken, A. & Haşimoğlu, A. (2007).** Ülkemizde Balık Yemi Teknolojisinin Gelişimi, *Yunus Araştırma Bülteni*, 7(2), 8-9.
- Ertör, I. & Ortega-Cerdà, M. (2019).** The expansion of intensive marine aquaculture in Turkey: The next-to-last commodity frontier? *Journal of Agrarian Change*, 19(2), 337-360. DOI: 10.1111/joac.12283
- FAO. (2004).** State of world fish nutrition in practice. INRA, Parsis 459-468. Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome, Italy.
- FAO. (2007).** Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development. FAO Fisheries Technical Paper 497. (Edited by Mohammad R. Hasan, Thomas Hecht, Sena S. De Silva, Albert G.J. Tacon).
- FAO. (2015).** Fishstatj FAO global fishery and aquaculture statistics. FAO, Rome.
- FAO. (2018).** Fisheries and aquaculture department, the state of world fisheries and aquaculture. The State of Food Insecurity in the World. Rome: FAO.
- Fasakin, E.A., Balogun, A.M. & Ajayi, O.O. (2003).** Evaluation of full-fat and defatted maggot meals in the feeding of *Clariid catfish*, *Clarias gariepinus*, fingerlings. *Aquaculture Research*, 34,733-738. DOI: 10.1046/j.1365-2109.2003.00876.x
- Gümüş, E. & Yılmaz, S. (2011).** Antalya İli'nde su ürünleri yetiştiricilik sektörü ve pazarlama durumu. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 15-31.
- Gündüz, T. (2002).** Instrumental Analiz, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Gazi Kitabevi, Ankara. International Standard (ISO,1976), ISBN 975-7313-43-2.
- Harel, M., Tandler, A. & Kissil, G.W. (1992).** The kinetics of nutrient incorporation into body tissues of gilthead seabream *S. aurata* females and subsequent effects on egg composition and egg quality, *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 44 (4), 127. DOI: 10.1079/BJN19940008
- HMSO. (1994).** Nutritional aspects of cardiovascular disease: Report on health and social subjects; Committee of medical aspects of food policy, 46; Department of Health, HMSO, London, UK.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y. & Kop, A. (2012).** Balık besleme ve yem teknolojisi I, (Balık besleme fiziolojisi ve biyokimyası). Ege Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 50, 7. Baskı.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K. & Nakayama, T. (1996).** An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31, 535-539. DOI: 10.1007/BF02522986
- Korkut, A. & Yıldırım, Ö. (2003).** Türkiye'de su ürünleri yetiştiriciliği ve yetiştiricilikte alternatif yem kaynakları, *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 20(1-2), 247-255.

- Korkut, A.Y., Hoşsu, B. & Kop, A. (2004).** *Yem ve yem yapım teknolojisi II*, (Laboratuvar uygulamaları ve yem yapım teknolojileri). Ege Ü. Su Ürünleri Fak. Yayın No: 54. İzmir.
- Kutlu, H.R. & Çelik, L. (2010).** *Yemler bilgisi ve yem teknolojisi*. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:266, Ders Kitapları, 2. Baskı, Yayın No: A-86, Adana.
- Lunger, A.N., McLean, E. & Craig, S.R. (2007).** The effects of organic protein supplementation upon growth, feed conversion and texture quality parameters in juvenile cobia (*Rachentreroncanadum*). *Aquaculture*, **264**, 342-352. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2006.12.012](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.12.012)
- Majdoubi, F.Z., Ouizgane, A., Farid, S., Mossetti, L., Droussi, M., Guerriero, G. & Hasnaoui, M. (2021).** Fry Survival Rate as a Predictive Marker of Optimal Production of Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*, Valenciennes 1844): A Biostatistical Study in Deroua Fish Farm, Morocco. In *Proceedings of the Zoological Society* (pp. 1-9). Springer India. DOI: [10.1007/s12595-021-00383-5](https://doi.org/10.1007/s12595-021-00383-5)
- Mishra, S. & Mukhopadhyay, P.K. (1996).** Effects of some formulated diets on growth, feed utilization and essential amino acid deposition in *Clariasbatrachus fry*, *Indian Journal of Fisheries*, **43**(4), 333-339.
- Mueller H.I. (2004).** *Review of modern analytical techniques in feed analysis*. Chapter 1 in: 'Assessing Quality and Safety of Animal Feeds'. FAO Animal Production and Health Papers-160. ISBN 92-5-105-46-5. 170p.
- NRC. (1983).** *Nutrients requirements of warm water fishes and shell-fishes*. 1st Edn., National Academy Press, Washington, DC., USA., pages: 102.
- Orinda, M., Okuto, E. & Abwao, M. (2021).** Cage fish culture in the lake victoria region: Adoption determinants, challenges and opportunities. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, **13**(2), 45-55. DOI: [10.5897/IJFA2020.0798](https://doi.org/10.5897/IJFA2020.0798)
- Parpoura, A.C.R. & Alexis, M.N. (2001).** Effects of different dietary oils in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) nutrition. *Aquaculture International*, **9**, 463-476. DOI: [10.1023/A:1020590701325](https://doi.org/10.1023/A:1020590701325)
- Robin, J.H., Regost, C., Arzel, J. & Kaushik, S.J. (2003).** Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: model of fatty acid composition with a dilution hypothesis. *Aquaculture*, **225**(1-4), 283-293. DOI: [10.1016/S0044-8486\(03\)00296-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00296-5)
- Satoh, S. (2000).** Common Carp *Cyprinus carpio*. In: *Handbook of nutrient requirement of finfish*, Wilson, R.P., (Ed.). CRC Press, Boca Raton, USA., 55-68pp.
- Shah, A.A., Totakul, P., Matra, M., Cherdthong, A., Hanboonsong, Y. & Wanapat, M. (2022).** Nutritional composition of various insects and potential uses as alternative protein sources in animal diets. *Animal Bioscience*, **35**(2), 317. DOI: [10.5713%2Fab.21.0447](https://doi.org/10.5713%2Fab.21.0447)
- Skoog, D.A., Holler, F.J. & Crouch, S.R. (2007).** *Principles of instrumental analysis*, 6th Ed., Belmont, CA, Thomson.
- TÜİK. (2021).** Su ürünleri üretim miktarları. Türkiye İstatistik Kurumu. Alınılma adresi: <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temel-list> (07.01.2021).
- Ugwumba, A.A.A., Ugwumba, A.O. & Okunola, A.O. (2001).** Utilization of live maggot as supplementary feed on the growth of *Clarias gariepinus* (Burchell) fingerlings. *Nigeria Journal of Science*, **35**, 1-7.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. & Baygar, T. (2004).** *Su ürünleri işleme teknolojisi*, İstanbul 2004. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465, Su Ürünleri Fakültesi No: 7.
- Watanabe, W.O., Clark, J.H., Dunham, J.B., Wicklund, R.I. & Olla, B.L. (1990).** Culture of Florida red tilapia in marine cages: the effect of stocking density and dietary protein on growth. *Aquaculture*, **90**(2), 123-134. DOI: [10.1016/0044-8486\(90\)90336-L](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90336-L)
- Wilson, R. P. (1994).** Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*, **124**, 67-80. DOI: [10.1016/0044-8486\(94\)90363-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90363-8)
- Wilson, R.P. (2000).** Channel Catfish, *Ictalurus Punctatus*. In: *Handbook of nutrient requirement of finfish*, Wilson, R.P. (Ed.). CRC Press, Boca Raton, USA., 35-53 pp.
- Yıldız, M. (2008).** Fatty acid composition of some commercial marine fish feeds available in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, **32**(3), 151-158.



Investigation of Some Biochemical Parameters and Mineral Values in the Blood of Rainbow Trout Growing in Dam and Sea Water^[*]

Ayşenur KIRAN Gülay ÇİFTÇİ*

Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, University of Ondokuz Mayıs, Samsun, Turkey

Geliş/Received: 08.04.2022

Kabul/Accepted: 01.06.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

How to cite: Kiran, A. & Çiftçi, G. (2022). Investigation of Some Biochemical Parameters and Mineral Values in the Blood of Rainbow Trout Growing in Dam and Sea Water. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 191-200.

Atıf yapmak için: Kiran, A. & Çiftçi, G. (2022). Baraj ve deniz suyunda yetiştirilen gökkuşağı alabalığının kanındaki bazı biyokimyasal parametreler ve mineral değerlerinin araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 191-200.

*ID: <https://orcid.org/0000-0001-5384-2381>

ID: <https://orcid.org/0000-0002-5043-4726>

*Corresponding author:

Gülay ÇİFTÇİ

University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biochemistry, 55220 Atakum, Samsun, Turkey

✉: gciftci@omu.edu.tr

Abstract: In this study, it was aimed to investigate the effects of the difference in the breeding environment (pH, temperature, salinity, oxygen content and saturation) of rainbow trout grown in dam and sea water on the levels of some minerals (calcium, magnesium, zinc, iron) and biochemical parameters in the serum. The study material consisted of 20 rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) weighing about 800-1000 gr in the dam water of Samsun (Derbent Dam) and the Black Sea water (Yakakent). Blood samples were taken from both groups on the same day in December and the pH, temperature, oxygen content and saturation levels of the waters were determined by YSK oxygen meter, and salinity was determined by refractometry. Total protein (TP), albumin (Alb), cholesterol (TK), glucose (Glu), urea, creatinine (Cre), uric acid (UA), aspartate transaminase (AST), alanine aminotransferase (ALT), triglyceride (TG), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), zinc (Zn) and ALT, AST enzyme activities were determined by spectrophotometric method in an autoanalyzer. The salt, oxygen, and saturation levels of the sea water were found to be higher than those of the dam water, while the pH and temperature were similar. It was determined that TP, Alb, Alb/Glo, TK, TG, UA and Ca levels in rainbow trout raised in the dam were significantly higher than those raised in the sea (P<0.05). Glu, UA, Cr, Mg and Fe levels were found to be higher in the blood serum of the rainbow trout raised in the sea (P<0.05). Zn, urea, AST and ALT levels of rainbow trout raised in sea and dam were similar. The differences in the salinity and dissolved oxygen levels of the water in fish farming caused changes in some biochemical parameters in fish, and it was concluded that the choice of fish according to the nutritional environment in fish consumption may be important in diseases related to human lifestyle (obesity, gout, diabetes and hyperlipidemia).

Keywords: Biochemical parameters, mineral, rainbow.

Baraj ve Deniz Suyunda Yetiştirilen Gökkuşağı Alabalığının Kanındaki Bazı Biyokimyasal Parametreler ve Mineral Değerlerinin Araştırılması

Öz: Bu çalışmada, baraj ve deniz suyunda yetiştirilen gökkuşağı alabalığının yetiştirme ortamındaki (pH, sıcaklık, tuzluluk, oksijen içeriği ve doymunluk) farklılığının serumda bazı mineraller (kalsiyum, magnezyum, çinko, demir) ile biyokimyasal parametre düzeyine etkisinin araştırılması amaçlandı. Çalışma materyalini Samsun'da baraj suyu (Derbent Barajı) ve Karadeniz suyu (Yakakent) içinde yaklaşık 800-1000 gr ağırlığında 20 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) oluşturdu. Aralık ayında aynı günde her iki gruptan kan örnekleri alındı ve suyun pH, sıcaklık, oksijen içeriği ve doymunluk düzeyi YSK oksijen ölçer ile tuzluluk ise refraktometri ile belirlendi. Toplam protein (TP), albümin (Alb), kolesterol (TK), glukoz (Glu), üre, kreatinin (Cre), ürik asit (UA), aspartat transaminaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), trigliserit (TG) kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe) ve çinko (Zn) ile ALT, AST enzim aktiviteleri spektrofotometrik yöntemle otoanalizörde belirlendi. Deniz suyunun tuzluluk, oksijen ve doymunluk düzeylerinin baraj suyundan daha yüksek olduğu ve pH ile sıcaklığın birbirine yakın olduğu gözlemlendi. Barajda yetiştirilen gökkuşağı alabalığında TP, Alb, Alb/Glo, TK, TG ve Ca düzeylerinin denizde yetiştirilenlere göre önemli ölçüde yüksek olduğu belirlendi (P<0.05). Denizde yetiştirilen Gökkuşağı alabalığının kan serumunda Glu, UA, Cre ve Mg düzeyi daha yüksek bulundu (P<0.05). Deniz ve barajda yetiştirilen gökkuşağı alabalığının Zn, üre, AST ve ALT düzeyleri benzer bulundu. Balık yetiştiriciliğinde suyun tuzluluk ve çözünmüş oksijen seviyesindeki farklılık balıklarda bazı biyokimyasal parametrelerde değişikliklere neden olduğu ve bunun sonucunda insan yaşam tarzına bağlı hastalıklarda (obezite, gut, diyabet ve hiperlipidemi), balık tüketiminde balıkların beslenme ortamına göre tercihin önemli olabileceği kanaatine varıldı.

Anahtar kelimeler: Biyokimyasal parametreler, gökkuşağı alabalığı, mineral.

*Sorumlu yazar:

Gülay ÇİFTÇİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim
Dalı, 55220 Atakum, Samsun, Türkiye.

✉: gciftci@omu.edu.tr

^[*] This study was produced from the master thesis.

INTRODUCTION

Fish is a low-cost, high-nutrient, low-cholesterol source of animal protein (Odoh et al., 2019). Fish should be ingested on a regular basis (i.e. 1–2 servings weekly), according to the World Health Organization (WHO, 2020) and the American Heart Association (AHA, 2020). As a result, increasing the supply of protein-based foods for an ever-growing population through sustainable fish farming is necessary to ensure food security (Onyekuru et al., 2019).

The geographic location and existing natural resources of Turkey provide suitable opportunities for fisheries and aquaculture production. Turkey is surrounded by the Black Sea, Aegean and The Mediterranean Seas and surrounds the Marmara Sea, an interior sea, each having specific characteristics and different production potentials. There are 33 river systems 26 of which are major, 200 natural lakes, 822 dam lakes and 507 ponds (DGSHW 2019). Rainbow trout originally inhabited the Pacific coast of North America. Rainbow trout is the most common member of the *Salmonidae* family in Europe, and found both in the wild and in trout farms. Its adaptability to water conditions and economic value has made it an important subject for scientific studies (Çalta, 1999). In the physiological diagnosis of fish, plasma biochemical parameters are generally used to determine their general health status (Davis, 2004; Kavitha et al., 2012). Blood electrolytes are widely used in the determination of physiological status of fish, toxicity tests and control of health status (Çelik, 2006). The carbohydrate content in fish is usually very low and is considered practically zero (Payne et al., 1999; Anthony et al., 2000). Fish contain between 18-20% of good quality protein, and the protein in fish is an excellent source of nutrients due to its amino acid composition and digestibility (Louka et al., 2004). Calcium (Ca), component of bones and teeth, regulates of nerve and muscle functions. It regulates some important physiological and biochemical events such as blood coagulation, membrane integrity, enzyme reactions, hormones (Murray et al., 1993). Magnesium (Mg) is an intracellular electrolyte that affects muscle and nerve stimulation and response. Muscle function, including muscle contraction, is highly dependent on the availability of Mg (Murray et al., 1993; Adam, 2000). Cholesterol is an important sterol that acts as a precursor to physiologically active compounds, including sex hormones, adrenal corticoids, bile acids, and vitamin D (Sheen, 2000). Cholesterol has been reported to be an essential nutrient for good growth and survival of crustaceans (Holme et al., 2006). High alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST) activity in the blood usually indicates the weakened or damaged normal liver function

in fish species (Kim & Lee, 2009). Zinc (Zn) is necessary for the proper functioning of the immune system and the activation of more than 80 enzymes, DNA and RNA, protein, insulin and sperm synthesis (Alloway, 2009). Iron (Fe) is the element that has an important function in respiratory events. Hypochromic anemia usually occurs in fish due to Fe deficiency (Akyurt, 1994). It is known that seasons, disease and osmoregulation, stress, toxic factors, salinity, temperature, nutritional status, pH and water quality are effective to the blood electrolytes in fish (Chen et al., 2002). In this study, it was aimed to determine the ALT and AST enzyme activities, mineral levels, and some blood biochemical parameters in the blood serum of rainbow trout raised in dam and sea water.

MATERIAL AND METHOD

Determination of pH, temperature, salt, oxygen content and saturation levels of dam and sea water: The pH levels of the dam water (Derbent Dam) and Black Sea water (Yakakent), where rainbow trout are raised in December, were determined with a pH meter. The oxygen content, oxygen saturation and temperature levels of the water were determined with the YSK oxygenmeter device (YSI PRO 20 Polarographic Do Field Electrode Portable Oxygen Meter 10). The salinities of the water were determined with a refractometer.

Experimental animals: This study was conducted by Ondokuz Mayıs University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Biochemistry, with the approval of Ondokuz Mayıs University Animal Experiments Local Ethics Committee (dated 01.03.2019, 2019/10).

The study material consisted of 20 rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) weighing approximately 800-1000 g, which were grown for feeding in the dam water (Derbent Dam) and the Black Sea water (Yakakent) in Samsun.

Two groups were formed in the study. Group 1 consisted of 10 rainbow trout, which were grown in cages in the dam water and collected post-harvest blood. Group 2, on the other hand, consisted of 10 rainbow trout, which were grown in cages in seawater and blood drawn after harvest.

The blood, which is the study material, was obtained from both groups on the same day in December. Trout grown in sea water until harvest time, 3.5 nautical miles from Samsun Yakakent port, in HDPE cages with 22 meters' diameter, in nets of 15+1 depth and with ready-made pellet feed (crude protein 45%, crude oil 20%, crude ash 9.5%, raw cellulose 1.6%, Ca 1.8%, P 0.7%). Samples were obtained from diploid rainbow trout fed 24 h before harvest in December by blood sampling from each post-

harvest. Trouts grown in the dam water were fed with ready-made pellet feed (crude protein 45%, crude oil 20%, crude ash 9.5%, crude fiber 1.6%, Ca 1.8%, P 0.7%) until harvest time in Derbent Dam. Postharvest blood was drawn from each diploid rainbow trout fed 24 hours prior to sampling.

Blood collection from the fish was performed approximately 12 h after the feeding was ended. After harvesting, the blood samples of 20 rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) grown in dam and sea water were taken from the gill region of the fish with a syringe and transferred to glass tubes to obtain serum (Watson et al., 1989). The blood samples taken were centrifuged at +4 °C for 10 minutes at 1550 x g (Nüve NF800R) on the same day, and their serum was removed and divided into aliquots. The serums were stored at -20 °C until used in the analysis.

Determination of Ca, Mg, Fe and Zn levels in serum of rainbow trout: Ca, Mg, Fe, Zn levels were measured spectrophotometrically in an autoanalyzer (Biosistem A25, Spain) using the Biosistem kit (Barbour & Davidon, 1988).

Determination of TP, Alb, TK, TG, Urea, UA, AST, ALT levels: The levels of Ca, Mg, Fe, Zn, TP, Alb, TK and TGs in blood serum were measured by spectrophotometric method using an autoanalyzer device. TK, TP, UA and urea levels were directly measured with an autoanalyzer (Biosistem A25, Spain) using the Biosystem kit (Fossati et al., 1980; Sacks, 1999).

Determination of Alb levels: The amount of Alb in blood serum was measured in an autoanalyzer device using the Biosistem-ALB autoanalyzer kit. Quantitative 3,3',5,5'-tetrabromo, cresol sulfonphthalalein (BCG) binding in serum was used to determine the amount of Alb in blood serum samples using the kit (Grant & Kachmar, 1976).

Calculation of Alb/Glo ratio: Glo was found by subtracting Alb from TP value and Alb/Glo ratio was calculated by dividing Alb level by Glo.

Statistical evaluation: Data analysis was performed using the Statistical Package for the Social Sciences for Windows 22.0 (SPSS 22) (IBM, New York, USA). The data were tested for normality with the Kolmogorov-Smirnov Test, homogeneity tests with the Levene Test and Mann-Whitney U test, and the t test. Differences were considered significant at $P < 0.05$. All variables were expressed as mean and standard error (SE) (Rao, 1973).

RESULTS

Breeding and feeding conditions of rainbow trout in sea and dam water: Temperature, pH, oxygen content, salinity and saturation levels of sea and dam water

in which rainbow trout grown are presented in the table (Table 1).

Table 1. pH, salinity, temperature, oxygen contents, and saturation rates of dam and sea water.

	Sea water	Dam water
pH	8.4	8.6
Heat (°C)	12	11
Oxygen Amount(mg/dL)	9.57	7.4
Saturation (%)	88.77	67.26
Salinity (‰)	18	0.68

Some biochemical parameter levels in fish blood serum: The mean and standard error values (mean±SE) of TP, Alb, Glo, Alb/Glo levels in the sera of the groups are presented in Table 2.

Table 2. TP, Alb, Glo, Alb/Glo levels in blood serum of rainbow trouts raised in dam (Group 1) and sea water (Group 2).

	Group 1	Group 2	P
TP (g/L)	6.49±0.1	5.54±0.14	0.705
Alb (g/L)	2.48±0.07	2.01±0.01	0.01**
Glo (g/L)	4.11±0.16	5.04±0.16	0.705
Alb/Glo	0.62±0.03	0.57±0.02	0.279

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

It was determined that TP ($P > 0.05$), Alb level ($P < 0.05$) and Alb/Glo ratio ($P > 0.05$), in blood serum of rainbow trout raised in dam water were higher than rainbow trout raised in sea water, but Glo level was lower ($P > 0.05$). The mean and standard error values (mean±SE) of Glu, TK, TG, UA, Cre, AST and ALT levels in blood serum of rainbow trout raised in dam and sea water in Samsun are presented in Table 3 and Figure 1.

Table 3. Some biochemical parameter levels in blood serum of rainbow trouts raised in dam (Group 1) and sea water (Group 2).

	Group 1	Group 2	P
Glu (mg/dL)	67.6±11.21	135.3±20.74	0.014*
TK (mg/dL)	563.62±37.85	300.6±18.93	0.001***
TG (mg/dL)	189.77±14.82	106.9±7.86	0.003**
Urea (mg/dL)	6.33±0.5	6.3±0.47	0.966
UA (mg/dL)	1.15±0.08	1.84±0.11	0.001***
Cre (mg/dL)	0.15±0.06	0.61±0.12	0.011*
ALT (U/L)	24±3.55	24.4±7.23	0.413
AST (U/L)	207±14.71	169.28±13.12	0.083

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

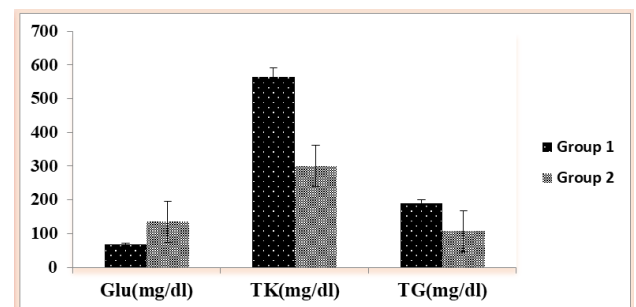


Figure 1. Glu, TK, TG levels in blood serum of rainbow trout raised in dam (Group 1) and sea water (Group 2).

The Glu level in the blood serum of rainbow trout raised in the sea was statistically significantly greater than

the Glu level in the blood serum of rainbow trout raised in the dam ($P<0.05$). Rainbow trout grown in dam water had considerably greater TK and TG levels than those bred in sea water ($P<0.001$).

The level of urea in rainbow trout farmed in dam and sea water did not alter, according to the findings. When rainbow trout raised in sea water were compared to those raised in dam water, the UA level was found to be statistically substantially higher ($P<0.05$). It was determined that AST and ALT enzyme activities were close to each other in rainbow trout raised in dam and sea water, and the difference was not statistically significant.

Some mineral levels in serum: The mean and standard errors (mean \pm SE) of Ca, Mg, Fe, Zn levels in blood serum of rainbow trout raised in dam (Group 1) and sea (Group 2) water are presented in Table 4.

Table 4. Ca, Mg, Fe, Zn levels in blood serum of rainbow trout raised in dam (Group 1) and sea water (Group 2).

	Group 1	Group 2	P
Ca (mg/dL)	37.81 \pm 4.45	22.6 \pm 1.8	0.026*
Mg (mg/dL)	5.2 \pm 0.32	7.33 \pm 0.91	0.029*
Fe (μ g/dL)	53.5 \pm 12.9	83.8 \pm 16.06	0.155
Zn (mg/dL)	1.421 \pm 163.3	1.371 \pm 66.13	0.183

* $P<0.05$

When rainbow trout grown in dam water were compared to rainbow trout farmed in sea water, the Ca level was found to be statistically substantially higher ($P<0.05$). The Mg level in rainbow trout farmed in sea water was found to be statistically substantially higher than in rainbow trout farmed in dam water ($P<0.05$). Rainbow trout farmed in sea water had a higher Fe level than rainbow trout farmed in dam water, and rainbow trout farmed in dam water had a higher Zn level than rainbow trout farmed in sea water, but the difference was not statistically significant.

It was determined that although the Ca and Zn mineral level distribution was lower in the blood serum of rainbow trout raised in dam (Group 1) water, Mg and Fe levels were higher than those raised in sea water (Figure 2).

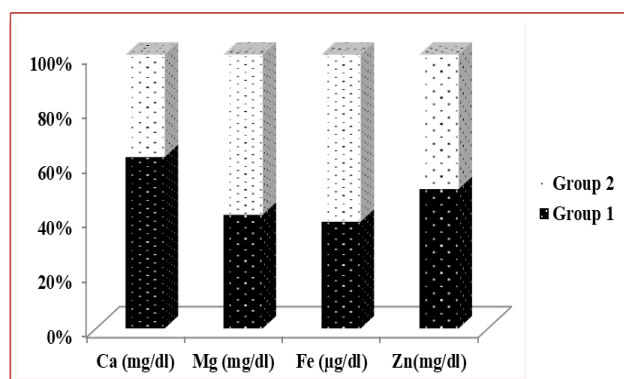


Figure 2. Percent distribution of Ca, Mg, Fe, Zn levels in blood serum of rainbow trout raised in dam (Group 1) and sea water (Group 2).

Total Mg and Fe levels in blood serum of rainbow trout raised in sea water were higher than those raised in dam water.

DISCUSSION

The production of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*, Walbaum 1792) in aquaculture in natural lakes, large dam lakes, rivers and seas is increasing day by day. Fish can derive minerals from the diet and ambient water. Blood parameter indicators are accepted as indicators of physiological and health status of fish in response to nutritional supplements (Kader et al., 2010). Fish farming conditions and water content can cause bioaccumulation of metals in fish (Baldisserotto et al., 2005). It is very difficult to compare metal concentrations in the same tissue of two different species and in different tissues of the same species due to factors such as different feeding habits, differences in aquatic environment, growth rates of species, and tissue types analyzed (Yilmaz et al., 2010). In a study, it was reported that the level of elements and harmful metals in the carp body might varied depending on the culture method; water quality and feed type (Borucka-Jastrzebska & Protasowicki, 2006). In this study, it was aimed to determine and compare the effects of the different habitats (pH, temperature, salt, oxygen content and saturation) of rainbow trout reared in dam and sea water on the levels of some mineral (Ca, Mg, Zn, Fe) and biochemical parameters (TK, urea, Cre, UA, ALT, AST, TG) in the serum. Water temperature affects all aspects of metabolism. High temperatures affect fish health and fish welfare by increasing metabolic rate, alkalinity, acidity and pH (Ross & Ross, 2002). Based on these datas, it was reported that water temperature may have an effect on fish growth (Dikel, 2009). The province of Samsun, where this study was conducted, has a rich water potential with its rivers, lakes and dam lakes, and the Kızılırmak Delta, which has an international importance, constitutes an important water treasure of this region. In the province of Samsun, rainbow trout is produced in cages created in the sea, as well as trout in net cages belonging to different enterprises in Derbent Dam Lake. Derbent Dam is one of the most important dams on Kızılırmak, between the coordinates of 41° 25' 6" N, 35° 49' 52" E, 15 km south-west of Bafra district center (Anonymous, 2002). It has been reported that the temperature of the waters where trout farming will be carried out should be below 20 °C (Çelikkale, 1994). In our study, blood samples were taken from rainbow trout farmed in dam and sea water in December. The pH and temperature values of the dam and sea waters were 8.6-11 °C, 8.4-12 °C, respectively. In a previous study, it was reported that the pH in Derbent Dam Lake varied between 7.1 and 8.6, and the average value

was 7.98. It has been reported that the pH value should be between 6.5 and 8.5 in the waters where trout farming will be carried out (Çelikkale, 1994) and it is appropriate to breed trout in lakes with a pH of 8 (Atay, 1987). The pH of the dam and sea water was obtained as an example in our study is slightly alkaline, and the water quality is suitable for trout farming. In a study, it was reported that the pH of Derbent dam water was 8. The temperature was 8.1 °C and the amount of dissolved oxygen was 10.3 in December (Taş, 2006). In our study, it was determined that the amount of dissolved oxygen in December was 7.4 mg/dl. The ideal pH range varies per species; however, for fish culture, the pH range of 6.5-9.0 is widely accepted (Zweig et al., 1999). An increase or decrease in pH disrupts acid-base balance, ion regulation and ammonia excretion (Wood, 2001).

Alkaline conditions (pH > 9) may contribute to fish mortality through gill damage, decreased plasma ion concentrations and decreased NH₃ elimination (Lease et al., 2003). Salinity refers to the amount of salt dissolved in water. The salinity in water is due to NaCl rather than chloride (Cirik & Gökpinar, 1993). Plasma ion values and mortality rates were compared in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after a direct transfer of approximately 18 ppt from fresh water to Black Sea water. ±10 mM/l) was much higher. Therefore, most of the fish died, possibly as a result of inability to adapt to seawater (Gorie, 1992). In the study investigating plasma ion values and mortality rate, plasma Na⁺ concentrations were measured in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after direct transfer from fresh water to Black Sea water, and it was found to be much higher in sea water than in rainbow trout grown in fresh water (Yigit et al., 2004). In December, when the study samples were collected, the salinity ratio of the dam water was 0.68 ‰ and that of sea water was 18 ‰. It was observed that there was a positive relationship between the dissolved oxygen amount and the salinity ratio. Parallel to our study, it was determined that the salinity ratio in the Black Sea ranged between 17-20 ‰ (Svennevig et al., 1996). In the study conducted by Agiragac and Buyukhatipoglu (1998) in the Black Sea, the temperature, dissolved oxygen, salinity and pH samples taken from the Black Sea water between 29 December and 2 March were reported to be 9.41±0.93 °C, 7.61±0.4 mg/l, 18.51±0.83 ‰, 8.15±0.01, respectively. In a study by Cirik and Cirik (1999), it was reported that while the salt concentration of water increased, the amount of dissolved oxygen decreased. The solubility of oxygen in water can be increased by factors such as decreases in temperature, wavy surface of the lake, high moisture content, seasonal differences. Stanek et al. (2014) reported that the average Ca contents of fishes were 3.175, 0.516 and 2.498 g/kg in Gorecreekie, Strzeszynskie and Wedromierz lakes,

respectively. In the study performed on juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*), grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and Atlantic salmon, it was observed that the Ca level in the plasma was not affected by dietary Ca supplementation, and Ca homeostasis was provided (Berntssen et al., 2003). In another study, when Ca was added to the diet of Japanese sea bass, it was observed that the serum Ca concentration increased significantly, and reached to a maximum level (7.71 mmol/L) (Song et al., 2016). It was concluded that the plasma Ca level of various fish species can vary significantly with dietary Ca levels (Urasa & Wendelaar Bonga, 1987). In a study, it was observed that tilapia larvae were not affected by environmental Ca levels during development or growth stages. It was reported that the body Ca content in the low Ca groups constituted approximately 90-95% of the high Ca groups, and adaptation to the low Ca environment was achieved by stimulating Ca uptake. Kulkarni (2015) determined the blood Ca levels as 9.00±0.30 mg/dL (Bheema), 8.69±0.50 mg/dL (Kagina) and 8.39±0.45 mg/dL (Saradgi) in his study of *Notopterus notopterus* fish living in different waters. In a study conducted with male and female rainbow trout, Ca levels were 6.8±0.6, 6.7±0.9 mg/dL (P>0.005), respectively (Charoo et al., 2013). Manera (2006) determined a higher Ca level as 9.92 mg/dL in his study. In our study, it was found that Ca level of the blood serum in rainbow trout farmed in dam and sea water was different. It was determined that the rainbow trout reared in dam water was higher than the rainbow trout farmed in sea water, and this high level was statistically significant (P<0.05). Similarly, in the study, it was stated that while fish can meet their needs through uptake mechanisms in waters with high Ca or in sea water, they can't meet the requirements of fish in waters with low Ca or fresh waters, and the Ca level in the diet should be increased to meet fish requirements (Vonck et al., 1998). Studies in low Ca environments have shown an increase in the Ca carrying capacity of teleosts (McCormick et al., 1992). It was observed that weight gain decreased in rainbow trout fed with a diet with low Ca content, and the skeletal structure of salmonids was impaired at low pH and low Ca levels (Baldisserotto et al., 2004). After acute thermal stress, plasma total protein levels, as well as chloride, sodium, calcium, and potassium ion concentrations, increased somewhat in the experimental group (Balta et al., 2017). Unlike mammals, fish obtain a significant part of their daily Ca requirement by directly absorbing Ca from the aquatic environment, especially from the gills. Since the salinity of sea water and Ca level is higher than fresh water, it was thought that the Ca level in the blood serum of rainbow trout, which is grown in the sea, may be lower in order to ensure the ion balance.

Charoo et al. (2013) reported in their study that the Mg concentrations of male and female rainbow trout were 4.1 ± 0.6 , 3.6 ± 0.7 mg/dL, respectively. In another study, the Mg concentration in rainbow trout was found to be 3.1 mg/dL (Hrubec, 1999; 2000). In our study, it was determined that the Mg level was statistically significantly higher ($P < 0.05$) in rainbow trout reared in sea water than dam water. For this reason, it was thought that the consumption of rainbow trout raised in sea water could be protected from diseases such as eclampsia, preeclampsia, and cardiac arrhythmia by providing a better intake of Mg mineral, which is necessary for muscle contraction and energy formation. It has been reported that the level of Zn for rainbow trout in hard water ($390 \text{ mg CaCO}_3/\text{L}$) is 27 times more toxic than soft water ($31 \text{ CaCO}_3 / \text{L}$) (Bradley & Sprague, 1985). It was observed that the amount of Zn was higher in brown trout in soft water than in hard water (Spry & Wood, 1988; Everall et al., 1989). It has been reported that the amount of Zn in waters with close pH values is less affected by water quality than many other metals (Stumm & Morgan, 1966; Bradley & Sprague, 1985; Alsop et al., 1999). Zn is a very common metal in fresh waters due to its relatively high solubility. In our study, it was determined that the Zn level in rainbow trout farmed in dam water was slightly higher than in rainbow trout farmed in sea water, but this difference was not statistically significant ($P > 0.05$). It has been stated that if the fish are exposed to the toxic effect of Zn during their juvenile period, they will not be able to have a productive breeding period, so the fish may face the extinction of the new generation (Sönmez & Cetinkaya, 2003). In our study, it was observed that the Zn level of rainbow trout grown in sea water was lower in blood serum than those raised in dam water, and this result suggested that the seawater is cleaner for aquatic organisms to grow.

Fe is an important element with essential roles in cellular biochemistry and metabolism. Fe takes an active role in both oxidation-reduction reactions and electron transport system. Fe deficiency usually causes hypochromic anemia in fish. Quantitative Fe requirement of many fish species is not yet known. It is reported that the need for Fe in eels is 17 mg/kg. In a study, it was observed that when iron sulfate was added to the water containing aquarium fish, the growth of the fish accelerated (Akyurt, 1994).

The increase in TP, Alb and Glo ratios in fish is an indication of a weakened immune system (Al-Dohail et al., 2009). Manera (2006) found an Alb level of 1.38 ± 0.05 (g/dL) in rainbow trout with an average weight of 240 g. Also, Velisek (2004) reported a value of 0.4 g/dL. In our study, we determined that TP level and Alb/Glo ratio in the blood serum of rainbow trout were higher than those of sea-raised rainbow trout, and Glo level was lower ($P > 0.05$). We

determined that there was a statistically significant increase in Alb level in rainbow trout raised in dam water compared to rainbow trout farmed in sea ($P < 0.001$). Kopp et al. (2011) reported that the increase in water temperature and chloride increased the Alb and TP content in the plasma. Also; it was reported that with the increase in nitrogen, P and dissolved oxygen levels, the levels of Alb and TP decreased. There was an inverse relationship between them. In our study, it was determined that although the dissolved oxygen amount in sea water was higher than in dam water, the amount of Alb and TP was lower than in rainbow trout raised in dam water. Torre et al. (2000) reported that the decrease in the protein level in the tissues may be due to the fact that the fish provide the energy necessary to overcome the stress caused by the metal effect by the stimulation of protein catabolism. In a study conducted with *Cyprinus carpio*, it was suggested that the decrease in the amount of protein may be due to the use of the catabolic products of muscle tissue proteins in protein synthesis in the liver and for this purpose the free amino acids to pass into the circulatory system (Cicik, 1995). The Alb level was lower in rainbow trout raised in sea water. According to the Alb level, it was thought that the digestibility of rainbow trout grown in sea water could be easier, and those with digestive system problems could consume rainbow trout raised in the sea more easily.

One of the main physiological indicators measured in most scientific experiments is the blood glucose concentration, which expresses the general health of the fish. It is an essential source of energy and carbon for most vertebrates, including fish. Glucose is obtained from food, but since fish can't make it, it is necessary to use dietary carbohydrates e.g. mammals use glucose produced by the processes of gluconeogenesis and glycogenolysis (Polakof et al., 2012; Kamalam et al., 2016). Glu level varies depending on size, age, nutrition and reproductive status (McDonald, 1992). Charoo et al. (2013) were determined the Glu levels as 5.6 ± 0.7 , and 4.0 ± 0.8 mg/dL in male and female rainbow trout, respectively. In our study, the Glu amount of rainbow trout grown in sea water was found to be significantly higher than those grown in dam water ($P < 0.05$). The amount of Glu in the blood serum is a significant indicator for the stress level of the fish. It was thought that the high Glu level of rainbow trout grown in the sea may be caused by environmental conditions and stress factors.

Serum TK levels vary within fish species due to changes in the diet and sexual development of the fish (McDonald, 1992). In our study, it was determined that TK and TG levels were statistically significantly higher in rainbow trout raised in dam water compared to those raised in sea water ($P < 0.001$). When evaluated in terms of coronary heart disease risks, it was concluded that rainbow

trout grown in the dam should not be preferred in those with cardiovascular disease risk due to their high TK and TG values.

Cre is found in muscle, brain and blood in free form, as well as in the form of creatine phosphate creatinine. Cre is excreted by the kidney in fish, and an increase in Cre concentration is interpreted as an indicator of kidney failure (Shell, 1961). Charoo et al. (2013) were found the Cre concentration as 0.46-0.9 mg/dl in male rainbow trout. Besides; Rehulka (2004) reported that the Cre concentration was 0.31, 0.41 and 0.46 mg/dL in rainbow trout, trout and brown trout, respectively. Also, Manera (2006) reported a serum Cre concentration of 0.29 (mg/dL) for rainbow trout. A decrease in TP, Kre, TG, TK activity levels and an increase in serum ALT and AST activities were observed in cold water Atlantic salmon (Waagbo et al., 1988). Racicot et al. (1975) drew attention to the increase in activity in AST and ALT values in *Aeromonas* infections in rainbow trout. As a result of our study, there was no significant difference in ALT and AST activity in rainbow trout grown in sea and dam water.

Blood urea nitrogen is related to the amount of nitrogenous residues removed by the kidney and is used as an indicator of gill and kidney function. In fish, urea is the second most important waste product after ammonia. In our study, it was determined that the urea level did not change in rainbow trout farmed in dam and sea water. It was determined that the UA level was statistically significantly higher ($P<0.001$) in rainbow trout raised in sea water compared to those raised in dam water. It was thought that the higher UA values of rainbow trout grown in sea water compared to the other group may be due to the kidney function disorders of the fish grown in this group or the high salinity of the sea water. Besides the type of fish, blood electrolyte values; It can also be affected by gender, spawning, nutritional status, water pollution, water temperature, salinity, seasons, disease, toxic substances, stress and hypoxic conditions. Thus, as the effects of these factors are investigated, standardization of electrolytes and properties in fish blood, and therefore fish health control criteria, can be developed (Çelik, 2006). Aquaculture is important for the country's economy due to its contribution to human nutrition, employment creation, raw material supply to the industry and high export potential. It is thought that this study will contribute to aquaculture activities by determining the differences between some biochemical parameters and mineral levels of sea water and dam water environment in rainbow trout farming.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the Scientific Research Projects Commission of Ondokuz Mayıs

University (Contract Grand Number: PYO.VET1904.19.006).

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

REFERENCES

- Adam, B. (2000).** *Temel Biyokimya*, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Ankara, 1 52s.
- Agırağac, C. & Buyukhatipoglu S. (1998).** Sinop yöresinde denizde ağ kafeslerde farklı yemlerle yapılan gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) yetistireciliği üzerine bir araştırma. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **22**, 191-195.
- Akyurt, İ. (1994).** Balık beslemede mineraller. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **25**(3),445-453.
- Al-Dohail, M.A, Hashim, R. & Aliyu-Paiko, M. (2009).** Effects of the probiotic, *Lactobacillus acidophilus*, on the growth performance, haematology parameters and immunoglobulin concentration in African Catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerling. *Aquaculture Research*, **40**(14), 1642-1652.
- Alev, V. & Dikel, S. (2003).** Tilapia- a successful second crop to trout. *Fish & Shellfish Immunology*, **17**(1), 12-14.
- Alloway, B.J. (2009).** Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental and Geochemical Health*, **31**, 537-548.
- Alsop, D.H., McGeer, J.C., McDonald, G. & Wood, C.M. (1999).** Costs of chronic waterborne zinc exposure and the consequences of zinc acclimation on the gill: zinc interactions of rainbow trout in hard and soft water. *Environmental Toxicological and Chemistry*, **18**, 1014-1025.
- American Heart Association (AHA) Eating Fish Twice a Week Reduces Heart Stroke Risk. (2020).** Available online: <https://www.heart.org/en/news/2018/05/25/eating-fish-twice-a-week-reduces-heart-stroke-risk>.
- Anonymous, D.S.Y. (2002).** VII. Bölge Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü Raporu, Samsun.
- Anthony, J.A., Roby, D.D. & Turco, K.R. (2000).** Lipid content and energy density of forage fishes from the Northern Gulf of Alaska. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **248**, 53-78.
- Atay, D. (1987).** *İçsu Balıkları ve Üretim Tekniği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1035, Ankara.
- Baldisserotto, B, Chowdhury, M.J. & Wood, C.M. (2005).** Effects of dietary calcium and cadmium

- on cadmium accumulation, calcium and cadmium uptake from the water, and their interactions in juvenile rainbow trout. *Aquatic Toxicology*, **72**(1), 99-117.
- Baldisserotto, B., Kamunde, C., Matsuo, A. & Wood, C.M. (2004).** A protective effect of dietary calcium against acute waterborne cadmium uptake in rainbow trout. *Aquatic Toxicology*, **6**, 57-73.
- Balta, Z.D, Akhan, S. & Balta, F. (2017).** The physiological stress response to acute thermal exposure in Black Sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1814). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, **41**, 400-406.
- Barbour, H.M. & Davidson, W. (1988).** Studies on measurement of plasma magnesium: application of the Magon dye method to the "Monarch" centrifugal analyzer. *Clinical Chemistry*, **34**(10), 2103-2105.
- Berntssen, M.H.G., Waagbo, R., Toften, H. & Lundebj, A.K. (2003).** Effects of dietary cadmium on calcium homeostasis, Ca mobilization and bone deformities in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) parr. *Aquaculture Nutrition*, **9**(3), 175-183.
- Borucka-Jastrzebska, E. & Protasowicki, M. (2006).** Levels of selected metals in tissues and organs of 5-month-old carp (*Cyprinus carpio L.*). *Acta Scientiarum Polonorum*, **5**(2), 3-16.
- Bradley, R.W. & Sprague, J.B. (1985).** Accumulation of zinc by rainbow trout as influenced by pH, water hardness and fish size. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **4**, 685-694.
- Çalta, M. (1999).** Changes in the whole body mineral concentration of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) yolk-sac fry exposed to various combinations of aluminium and calcium concentrations in two different acidic water. *Journal of Zoology*, **23**, 293-298.
- Çelik, E.Ş. (2006).** Bazı balık türleri için kan elektrolitlerinin standardizasyonu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **22**(1-2), 245-255.
- Çelikkale, M.S. (1994).** İçsu balıkları ve yetiştiriciliği. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi*, **2**(2), 419.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E. & Okumuş, İ. (1999).** Türkiye su ürünleri sektörü; potansiyeli, mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri, İstanbul.
- Charoo, S.Q., Chalkoo, S.R. & Qureshi, T.A. (2013).** Sexual differentiation in blood biochemistry of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Cloud Publications International Journal of Advanced Fisheries and Aquatic Science*, **1**, 32-38.
- Chen, C.Y., Wooster, G.A., Getchell, R.G., Bowser, P.R. & Timmons, M.B. (2002).** Blood chemistry of healthy, Nephrocalcinosis-Affected and Ozone-Treated Tilapia in A Recirculation System, with Application of Discriminant Analysis. *Aquaculture*, **21**, 89-102.
- Cicik, B. (1995).** *Cyprinus carpio*'da Bakır, çinko ve bakır + çinko karışımında solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki metal birikiminin nicel protein, glikojen ve kandaki bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Biyoloji ABD, Adana, 107s.
- Cirik, S. & Cirik, Ş. (1999).** *Limnoloji*. III. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Cirik, S. & Gökpınar, Ş. (1993).** *Plankton Bilgisi ve Kültürü*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 47, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Davis, K.B. (2004).** Temperature affects physiological stress responses to acute confinement in sunshine bass (*Morone chrysops x Morone saxatilis*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology*, **139**, 433-440.
- DGSHW. (2019)** State Hydraulic Works Archive Data, General Directorate of State Hydraulic Works, Ankara, Turkey (in Turkish).
- Dikel, S. (2009).** Su Sıcaklığının balık yetiştiriciliğine etkisi. *Alınları Ziraat Bilimler Dergisi*, **16**, 42-49.
- Everall, N.C., Macfarlane, N.A.A. & Sedgwick, R.W. (1989).** The effects of water harness upon the uptake, accumulation and excretion of zinc in the brown trout, *Salmo trutta L.* *Journal of Fish Biology*, **35**, 881-892.
- Fossati, P., Prencipe, L. & Berti, G. (1980).** Use of 3,5 - dichloro -2 hydroxybenzenesulfonicacid / 4 aminophenazone chromogenic system in direct enzymic assay of uric acid in serum and urine. *Clinical Chemistry*, **26**, 227-231.
- Gorie S. (1992).** Growth of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* during experimental feeding with Oregon moist pellets in sea water. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 359.
- Grant, G.H. & Kachmar, J.F. (1976).** The proteins of body fluids. *Fundamental Clinical Chemistry*, **1**, 4.
- Holme, M.H., Zeng, C.S. & Southgate, P.C. (2006).** The effects of supplemental dietary cholesterol on growth, development and survival of mud crab, *Scylla serrata*, megalopa fed semi-purified diets. *Aquaculture*, **261**, 1328-1334.
- Hrubec, T.C. (1999).** Differences between plasma and serum samples for the evaluation of blood chemistry values in rainbow trout, channel catfish, hybrid tilapia and hybrid striped bass. *Journal of Aquatic Animal Health*, **11**, 116-122.
- Hrubec, T.C. (2000).** *Haematology of fish. Schalm's Veterinary Haematology*. 5th Ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia PA, 1120-1125.
- Kader, M.A., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S. & Bulbul, M. (2010).** Supplemental effects of some crude ingredients in improving nutritive values of low fishmeal diets for red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture*, **308**, 136-144.
- Kamalam, B.S., Medale, F, Panserat, S. (2016)** Utilisation of dietary carbohydrates in farmed

- fishes: New insights on influencing factors, biological limitations and future strategies. *Aquaculture* (in press, available online; DOI: [10.1016/j.aquaculture.2016.02.007](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.02.007))
- Kavitha, C., Ramesh, M., Kumaran, S.S. & Lakshmi, S.A. (2012).** Toxicity of *Moringa oleifera* seed extract on some hematological and biochemical profiles in a freshwater fish *Cyprinus carpio*. *Experimental & Toxicologic Pathology Official Journal of the Gesellschaft Fur Toxikologische Pathologie*, **64**, 681-687.
- Kim, S.S. & Lee, K.J. (2009).** Dietary protein requirement of juvenile tiger puffer (Takifugu rubripes). *Aquaculture*, **287**, 219-222.
- Kopp, R., Mares, J., Lang, S., Brabec, T. & Zikova, A. (2011).** Assessment of ranges plasma indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared under conditions of intensive aquaculture. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, **6**, 181-188.
- Kulkarni, R.S. (2015).** Comparative studies on blood electrolytes of the fresh water fish, *Notopterus notopterus* from three aquatic bodies. *International Letters of Natural Sciences*, **40**, 1-5.
- Lease, H.M., Hansen, J.A., Bergman, H.L. & Meyer, J.S. (2003).** Structural changes in gills of Lost River suckers exposed to elevated pH and ammonia concentrations. *Comp. Biochem. Physiol.*, **134**, 491-500.
- Louka, N.F., Juhel, V., Fazilleau, G. & Loonis, P. (2004).** A novel colorimetry analysis used to compare different drying fish processes. *Food Control*, **15**, 327-334.
- Manera, M. (2006).** Assessment of the blood chemistry normal ranges in Rainbow Trout. *Journal of Fish Biology*, **69**, 1427-1434.
- McCormick, S.D., Hasegawa, S. & Hirano, T. (1992).** Calcium uptake in the skin of a freshwater teleost. *Proceedings of the National Academy of Science*, **89**, 3635-3638.
- McDonald, D.G. (1992).** *Chemical properties of the blood*. In: W.S. Hoar, D.J. Randall and A.P. Farrell (Eds). *Fish Physiology*, Academic Press Inc., San Deigo, CA, 55-133.
- Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K. & Rodwel, V.W. (1993).** *Harper'in Biyokimyası* (Menteş D. ve Ersöz B. çev.), s. 913, Barış Kitabevi, İstanbul.
- Odoh, V.U., Abuh, O.O., Haruna, M.M., Yisa, M.A., & Bids, A.A. (2019).** Medically Important Parasites of *Clarias garipienus* (Catfish) in Nigeria. *Advances in Biotechnology and Microbiology*. **15**(1), 555904.
- Onyekuru, N.A., IHEMEZIE, E.J., & Chima, C.C. (2019).** Socioeconomic and Profitability Analysis of Catfish Production: a case study of Nsukka Local Government Area of Enugu State, Nigeria. *Agro-Science*, **18** (2): 51-58
- Payne, S.A., Johnson, B.A. & Otto, R.S. (1999).** Proximate composition of some North-Eastern Pacific forage fish species. *Fish Oceanography*, **8**(3), 159-177.
- Polakof S., Panserat S., Soengas J.L. & Moon T.W. (2012).** Glucose metabolism in fish: a review. *J Comp Physiol B*, **182**, 1015-1045
- Racicot, J.G., Gaudet, M. & Leray, C. (1975).** Blood and liver enzymes in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) with emphasis on their diagnostic use: Study of CCl₄ toxicity and a case of *Aeromonas* infection. *Journal of Fish Biology*, **7**, 825-835.
- Rao, C.R. (1973).** *Linear statistical inference and its applications* (2nd Ed.): John Wiley. New York.
- Rehulka, J. (2004).** Red blood cell indices of rainbow trout in aquaculture. *Aquaculture Research*, **35**, 529-546.
- Ross, B. & Ross, L.G. (2002).** *Anaesthetic and seductive for aquatic animals*. 2nd Edition, Blackwell Science Ltd.
- Sacks, H. (1999).** Max Weber's ancient judaism. *Theory, Culture and Society*, **16**(1), 31-39.
- Sheen, S.S. (2000).** Dietary cholesterol requirement of juvenile mud crab *Scylla serrata*. *Aquaculture*, **189**, 277-285.
- Shell, E.W. (1961).** Chemical composition of blood of smallmouth bass. *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service*, **57**, 36.
- Song, J.Y., Zhang, C.X., Wang, L., Song, K., Hu, S.C. & Zhang, L. (2016).** Effects of dietary calcium levels on growth and tissue mineralization in japanese seabass, lateolabrax japonicus. *Aquaculture Nutrition*, **23**(3), 637-648.
- Sönmez, M. & Çetinkaya, O. (2003).** Çinkonun (Zn⁺²) inci kefali (*Chalcalburnus tarichi Pallas 1811*) üzerindeki akut toksisitesi. *XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 413-418, Elazığ.
- Spry, D.J. & Wood, C.M. (1988).** Zinc influx across the isolated, perfused head preparation of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in hard and soft water. *Canadian Journal of Fish Science*, **45**, 2206-2215.
- Stanek, M., Andrzejewski, W., Janicki, B., Mazurkiewicz, J. & Waszak, I. (2014).** Content of calcium and phosphorus in the meat, gills and liver of perch (*Perca fluviatilis L.*) from the Wielkopolska Lakes District (Poland). *Journal of Elementology*, **19**, 507-518.
- Stumm, W. & Morgan, J.J. (1966).** *Aquatic chemistry. Chemical equilibria and rates in natural waters*. 3rd edn. Wiley, New York.
- Svennevig, N., Curr, C., Lien, E., Apostolov, A., Nikoleishvilid, T.A., Abrosimova, N., Memisoğlu, C., Serobada, I., Cossiet, C., Jenkins, G. & Canakci, F. (1996).** Marina aquaculture in the Black Sea Region: Current Status and Development Options. *Black Sea Environmental Series*, **2**, 133-180.
- Taş, B. (2006).** Derbent baraj gölü (Samsun) su kalitesinin incelenmesi, *Ekoloji*, **15**(61), 6-15.
- Urasa, F.M. & Wendelaar Bonga, S.E. (1987).** Effects of calcium and phosphate on the corpuscles of *Stannius* of the teleost fish, *Cell Tissue Research*, **249**, 681-690.

- Velisek, J. (2004).** Anaesthesia of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) With 2-Phenxyethanol: Acute Toxicity and Biochemical Blood Profile. *Acta Veterinaria*, **73**, 379-384.
- Vonck, A.P.M.A., Wendelaar Bonga, S.E. & Flik, G. (1998).** Sodium and calcium balance in mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus*, Raised at Different Salinities. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **2**, 441-449.
- Waagbo, R., Sandnes, K., Espelid, S. & Lie, Q. (1988).** Haematological and biochemical analyses of Atlantic salmon, *Salmo salar L.* suffering from coldwater vibriosis (Hitra disease). *Journal of Fish Diseases*, **11**, 417-423.
- Watson, C.F., Baer, K.N. & Benson, W.H. (1989).** Dorsal gill incision: A simple method for obtaining blood samples in small fish. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **8**, 457-461.
- Wood, C.M. (2001).** *Toxic responses of the gill.* In: Schlenk, D., Benson, W.H., Eds. Target Organ Toxicity in Marine and Freshwater Teleosts. Taylor and Francis, London. 1-89.
- World Health Organization (WHO). (2020).** Population Nutrient Intake Goals for Preventing Diet-Related Chronic Diseases. Available online: https://www.who.int/nutrition/topics/5_population_nutrient/en/index13.html.
- Yigit, M., Ergün, S. & Türker, A. (2004).** Changes In Blood Ion Levels And Mortality Rates In Different Sized Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Following Direct Transfer To Sea Water. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, **56**, 20360.
- Yılmaz, A.B., Sangün, M.K., Yağlıoğlu, D. & Turan, C. (2010).** Metals (major, essential to non-essential) composition of the different tissues of three demersal fish species from Iskenderun Bay, Turkey. *Food Chemistry*, **123**, 410-415.
- Zweig, R.D., Morton, J.D. & Stewart, M.M. (1999).** *Source Water Quality for Aquaculture.* The World Bank, Washington, DC.



Çeşitli Tarımsal ve Hayvansal Zararlılarda Maternal Kalıtılan Bakterilerin Taraması

Tayfun KAYA^{1*} Kahrman İPEKDAL²

^{1*} Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kırşehir, Türkiye
² Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kırşehir, Türkiye

Geliş/Received: 28.02.2022

Kabul/Accepted: 06.06.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

Atf yapmak için: Kaya, T. & İpekdal, K. (2022). Çeşitli Tarımsal ve Hayvansal Zararlılarda Maternal Kalıtılan Bakterilerin Taraması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 201-206.

How to cite: Kaya, T. & İpekdal, K. (2022). Screening of Maternally Inherited Bacteria in Various Agricultural and Livestock Pests. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 201-206.

* <https://orcid.org/0000-0001-9086-4520>
 <https://orcid.org/0000-0001-9968-3013>

* Sorumlu yazar:

Tayfun KAYA
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-
Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği
Bölümü, Kırşehir, Türkiye
✉: tkaya@ahievran.edu.tr

Öz: Tarım ve hayvancılık açısından risk oluşturan zararlılar, doğrudan ya da dolaylı olarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bununla birlikte bir kısım zararlı ise başta insan olmak üzere canlı sağlığını tehdit eden çeşitli hastalıkların vektörüdür. Dolayısıyla zararlılar ile mücadelede kimyasal yöntemlere alternatif stratejilerin geliştirilmesinde maternal kalıtılan üreme manipülatörü endosimbiyotik bakterilerin tespiti önem arz etmektedir. Bu çalışmada galeri sineği (yaprak madenci sineği) (*Liriomyza* sp.), baklagil tohum böceği (*Bruchus* sp.), domateste zarara neden olan *Lasioptera* sp., sığır biti (*Bovicola bovis*) ve kanatlı kırmızı akarında (*Dermanyssus gallinae*) endosimbiyotik *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Hamiltonella*, *Rickettsia*, *Spiroplasma* ve *Wolbachia* taraması gerçekleştirilmiştir. Taramalar sonucunda bu zararlılarda endosimbiyotik bakteri varlığı tespit edilmemiştir. Bu çalışma, *Liriomyza* sp., *B. pisorum*, *Lasioptera* sp., *B. bovis* ve *D. gallinae* zararlılarında maternal kalıtılan üreme manipülatörü endosimbiyotik bakterilere yönelik Anadolu'dan bilen ilk verileri içermektedir.

Anahtar kelimeler: Endosimbiyotik bakteri, *B. bovis*, *Bruchus* sp., *D. gallinae*, *Lasioptera* sp., *Liriomyza* sp.

Screening of Maternally Inherited Bacteria in Various Agricultural and Livestock Pests

Abstract: Pests that pose a risk in terms of agriculture and livestock cause economic losses directly or indirectly. However, some pests are also vectors of various diseases that threaten the health of living things, especially of humans. Therefore, the detection of maternally inherited reproductive manipulator endosymbiotic bacteria is important in the development of alternative strategies to chemical methods in the fight against pests. In this study, the endosymbiotic *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Hamiltonella*, *Rickettsia*, *Spiroplasma* and *Wolbachia* in gallery fly (leaf miner fly) (*Liriomyza* sp.), legume seed beetle (*Bruchus* sp.), tomato pest *Lasioptera* sp., cattle louse (*Bovicola bovis*) and winged red mite (*Dermanyssus gallinae*) scanning was carried out. As a result of the scans, we could not detect any of the endosymbiotic bacteria studied. This study includes the first known data from Anatolia regarding maternally inherited reproductive manipulator endosymbiotic bacteria in *Liriomyza* sp., *B. pisorum*, *B. bovis* and *D. gallinae* pests.

Keywords: Endosymbiotic bacteria, *B. bovis*, *D. gallinae*, *Bruchus* sp., *Lasioptera* sp., *Liriomyza* sp.

GİRİŞ

Dünyada en yaygın canlı grubu olan böcekler, bitki, hayvan ve insanları doğrudan veya dolaylı yollarla etkiler (Parrella, 1987; Otter vd., 2003; George vd., 2015; Foba vd., 2016; İnci vd., 2016; Madhav vd., 2020; Monica vd., 2021). Fitofag zararlılar vejetatif yapılarda olduğu gibi tohum gibi generatif yapılarda da zarara neden olabilmektedir. Dolayısıyla bazı böcek türlerinin zararı

tarlada başlar, ürünlerin depolanması sırasında da devam eder (Srivastava ve Subramanian, 2016). Hayvanlarda ise genel olarak hematofag beslenme rejimleri dolayısıyla zararlılar kansızlık başta olmak üzere birçok komplikasyona neden olur. Bununla birlikte zararlılar bitkilerde ve hayvanlarda çeşitli hastalıkların da (viral, fungal, bakteriyel, protozoon) vektörüdür (Parrella, 1987; İnci vd., 2016; Madhav vd., 2020).

Galeri sineği, *Liriomyza* sp. (Diptera; Agromyzidae), kozmopolit bir yayılışa sahiptir ve domates, biber, fasulye, kabak, soğan gibi birçok bitkiyi konak olarak kullanan polifag bir zararlıdır. Erginleri yapraklardan bitki öz suyu ile beslenirken, larvalar yaprakların iki zarı arasındaki etli kısım ile beslenerek zarara neden olur. Zarar gören yapraklar nedeniyle bitkide gelişme yavaşlar, üründe verim ve kalite kaybına neden olur. Jenerasyon süresi ve süreci sıcaklığa bağlı olarak değiştiğinden insidansı ve dolayısıyla zarar seviyesi artmakla birlikte çeşitli viral hastalıklarında vektörü durumundadırlar (Parrella, 1987; Foba vd., 2016; Sadiq & Mahdi, 2019; Monica vd., 2021). Baklagil tohum böcekleri, *Bruchus* sp. (Coleoptera; Bruchidae), kozmopolit bir yayılışa sahiptirler ve baklagillerdeki hasarın önemli bir kısmından (20%) böcekler sorumludur (Deutsch vd., 2018). Asıl zarar tohumlara bırakılan yumurtadan çıkan larvalar nedeniyle olur. Tohumla beslenen larvalar hem ürünün kalite ve besin değerini düşürür hem de çimlenme yeteneğine etki eder (Nikolova & Georgieva, 2015). Türkiye’de özellikle domateste tespit edilen *Lasioptera* sp. bitkinin meyve ve gövdesinde zarara neden olmaktadır. Özellikle gövdedeki hasarı seralarda görülmektedir. Ergin, gövdede koltuk alınan yerlerde açılan yaralara yumurta bırakmakta, yumurtadan çıkan larvalar iletim demetlerinde galeriler açarak beslenmekte, bitkinin zayıflamasına neden olmaktadır (Anonim, 2013; Topakcı & Yükselbaba, 2016; Büyükoztürk, vd., 2016). Kanatlı kırmızı akar (gece biti, tavuk akar), *Dermanyssus gallinae* (Acarida; Dermanyssidae), olarak bilinen zararlı ise kozmopolit bir yayılışa sahip olup özellikle kümes hayvanlarında görülmekle birlikte insan ve diğer memelilerde de etkili olan bir ektoparazittir. Genelde geceleri aktif olan bu zararlının biyolojik aktivitesi, beslenmeyi takiben yaklaşık 6 ay kadar devam eder. Bununla birlikte uygun koşullar altında çok hızlı (yaklaşık 1 haftada) ergin hale gelebilir. Dolayısıyla mücadelesi oldukça zorludur. Konağından kan emerek beslenen bu zararlı, kanatlılarda anemiye ve hatta ölüme neden olmaktadır. Ayrıca çeşitli bakteriyel ve viral hastalıkların potansiyel vektörüdür (Moro vd., 2009; George vd., 2015; Konyalı & Savaş, 2016). Büyükbaş besi hayvanlarında görülen ve kozmopolit bir yayılış gösteren ektoparazitlerden olan *Bovicola bovis*, genel olarak partenogenetik (bazen erkekleri de görülen) bir türdür (Durden, 2019). Hayvanlarda bitler deri hasarı nedeniyle kalitesiz postların elde edilmesine (Coles vd., 2003), bazı bitlerin istilası sonucu ise stres nedeniyle kilo kayıplarına neden olur ve süt verimine olumsuz etki eder (Otter vd., 2003).

Son yıllarda tarım ve hayvancılıkta zararlılar ile mücadelede kimyasal yöntemlere alternatif, doğa dostu ve sürdürülebilir biyoteknolojik yöntemlerin geliştirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda

eklembacaklılardaki simbiyotik ilişki incelenmektedir. Özellikle de bütün eklembacaklıların % 40-60’ında bulunan maternal kalıtılan endosimbiyontlar (Brelsfoard & Dobson, 2009; Zug & Hammerstein, 2012) üzerinde durulmaktadır. Bu endosimbiyontların en iyi bilinenleri *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Hamiltonella*, *Rickettsia*, *Spiroplasma* ve *Wolbachia*’dır. Bu bakteriler tür içinde dikey ve taksonlar arasında yatay olarak aktarılırlar. Gen transferinde rol oynamaları nedeniyle özellikle genetik çeşitliliğe de katkıda bulunurlar (Duron, 2013; Chrostek vd., 2017). Bununla birlikte konaklarının savunma ve beslenmesinde görev alırlar. Ayrıca virülens ve patojenik faktörlerin bulaşmasında da etkileri bulunmaktadır. Diğer yandan bu bakteriler konaklarında erkek öldürücülük, partenogenezisi teşvik, sitoplazmik uyumsuzluk ve feminizasyonu teşvik şeklinde fenotipe etki ederler (Duron vd., 2008; Bourtzis, 2008; Brelsfoard & Dobson, 2009; Duron, 2013). Konaklarındaki etkileri nedeniyle özellikle de tıbbi ve tarımsal zararlı türlerde endosimbiyotik bakteri kompozisyonunun belirlenmesi hem biyolojik çeşitlilik hem de zararlılara karşı alternatif mücadele stratejilerinin belirlenmesi açısından önemlidir (Bourtzis, 2008; Hancock vd., 2011; Madhav vd., 2020). Bu kapsamda farklı coğrafyalarda ve eklembacaklılarda endosimbiyotik bakterilere yönelik tarama ve tespit çalışmaları gerçekleştirilmektedir (Duron vd., 2008; Asimakis vd., 2019; İpekdal & Kaya, 2020). Ancak coğrafi konumu ve iklim yapısı dolayısıyla zengin biyolojik çeşitliliğe sahip Türkiye’de endosimbiyotik bakterilere ilişkin veriler sınırlıdır. Bu çalışmada bitki ve hayvanlarda zarara ve ekonomik kayıplara neden olan beş taksonda galeri sineği, baklagil tohum böceği, domateste zarar neden olan *Lasioptera* sp., sığır biti ve kanatlı kırmızı akarında endosimbiyotik bakteri taranması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Zararlı Örnekleri: Çalışmalar kapsamında endosimbiyotik bakteri florası taranan zararlılar Kırşehir ve Antalya’dan toplanmış, detayları Tablo 1’de verilmiştir. Galeri sineği (yaprak madenci sineği), galeri tespit edilen yapraklardan elde edilmiştir. Bunun için yapraklar kavanoza alınmış, uygun koşullarda (24°C ve %60 nispi nem) muhafaza edilmiş ve elde edilen ergin çalışmalarda kullanılmıştır. Baklagil tohum böceği tohumluk olarak ayrılan bezelyeden elde edilmiştir. *Lasioptera* sp. örnekleme serada üretimi gerçekleştirilen domates gövdelerinden yapılmıştır. Kanatlı kırmızı akarı ahşap tavuk tüneklerinden alınmıştır. Sığır biti ise inek tüylerinin diseksiyon mikroskopunda incelenmesi ile elde edilmiştir. Bütün örnekler % 70 alkol ile 30 saniye sterilize edilmiş, steril distile su ile yıkanmış ve kullanılabildiği kadar alkolde -20 ° C’de muhafaza edilmiştir. Galeri sineği, baklagil tohum böceği ve *Lasioptera* sp.’nin teşhisi karakteristik

özellikleri doğrultusunda (Anonim, 2013; Thomas & Goolsby 2015; FAO, 2016; Kingsolver vd., 2017) diseksiyon mikroskobu kullanılarak yapılmıştır. Kanatlı kırmızı akar ve sığır bitinin tanımlaması ise moleküler yöntemlerle yapılmıştır. Bunun için Folmer vd.,(1994) tarafından önerilen mitokondriyel sitokrom c oksidaz subunit I (COI) bölgesini amplifiye eden primerler (LCO1490-F ve HCO2198-R) (Tablo 2) kullanılmıştır.

Tablo 1. Maternal kalıtılan bakteri taraması yapılan zararlılar ve örneklem bilgileri (n: birey sayısı).

Table 1. Maternally inherited bacteria screened pests and sample information (n: number of individuals).

Lokasyon	Tarih	Koordinatlar	Konak	Zararlı (n)
Hızırtaşı, Kırşehir	Ağustos, 2018	39.64242 34.93540	Fasulye	Galeri sineği (15)
Değirmendere, Kırşehir	Temmuz, 2019	39.85173 34.44778	Bezelye	Baklagil tohum böceği (8)
Kumluca, Antalya	Ağustos, 2021	36.22397 30.16131	Domates	<i>Lasiotera</i> sp. (20)
Değirmendere, Kırşehir	Ağustos, 2020	39.85173 34.44778	Tavuk	Kanatlı kırmızı akar (10)
Özbağ, Kırşehir	Haziran, 2021	39.13439 34.08409	Sığır	Sığır biti (14)

Total DNA izolasyonu, PCR ve Dizi analizi:

Zararlı böcekler ile endosimbionik bakteri tarama ve tanımlanması için total DNA izolasyonu CTAB yöntemi

Tablo 2. *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Hamiltonella*, *Rickettsia*, *Spiroplasma* ve *Wolbachia* endosimbiontlarının taranmasında ve zararlı teşhisinde kullanılan primerler ve özellikleri.

Table 2. Primers used for screening and pest diagnosis of *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Hamiltonella*, *Rickettsia*, *Spiroplasma* and *Wolbachia* endosymbionts and their properties.

Primer	Dizi (5'-3')	Hedef cins ve gen bölgesi	PCR ürünü (bp)	Annealing (°C)	Referans
LCO1490-F	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG	Cytochrome c oxidase I subunit (COI)	710	52	Folmer vd.,(1994)
HCO2198-R	TAAACTTCAGGGTGACAAAAATCA				
<i>Ars-F</i>	GGGTTGTAAAGTACTTTCAGTCGT	<i>Arsenophonus</i>	800	52	Duron vd.,(2008)
<i>Ars-R2</i>	GTAGCCCTRCTCGTAAGGGCC	16S rRNA			
<i>Clo-F</i>	GCGGTGTAAAATGAGCGTG	<i>Cardinium</i>	466	54	Weeks vd.,(2003)
<i>Clo-R</i>	ACCTMTTCTTAACCTCAAGCCT	16S rRNA			
<i>Ham-F</i>	TGAGTAAAGTCTGGAATCTGG	<i>Hamiltonella</i>	730	54	Zchori-Fein ve Brown (2002)
<i>Ham-R</i>	AGTTCAAGACCGCAACCTC	16S rRNA			
<i>Rb-F</i>	GCTCAGAACGACGCTATC	<i>Rickettsia</i>	900	58	Gottlieb vd.,(2006)
<i>Rb-R</i>	GAAGGAAAGCATCTCTGC	23S rRNA			
<i>63-F</i>	GCCTAATACATGCAAGTCGAAC	<i>Spiroplasma</i>	450	55	Fukatsu ve Nikoh (2000); Mateos vd.,(2006)
<i>TK55-R</i>	TAGCCGTGGCTTTCGGTAA	16S rRNA			
<i>Wspec-F</i>	YATACCTATTCGAAGGGATAG	<i>Wolbachia</i>	430	53	Werren ve Windsor (2000)
<i>Wspec-R</i>	AGCTTCGAGTGAAACCAATTC	16S rRNA			

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kanatlı kırmızı akar ve sığır bitlerinden elde edilen PCR ürünlerinin çift yönlü sekans konsensüs dizileri GenBank veri tabanındaki BLAST taramaları sonucunda; %100'lük benzerlikle, *Dermanyssus gallinae* (MW044618) (Şekil 1a) ve *Bovicola bovis* (MH001191) (Şekil 1b) olarak tanımlanmıştır (Şekil 1). Diğer yandan galeri sineği *Liriomyza* sp. (Şekil 1c), baklagil tohum böceği *Bruchus* sp. (Şekil 1d) ve domatesten elde edilen *Lasiotera* sp. (Şekil 1e) ise morfolojik özellikleri doğrultusunda cins düzeyinde tanımlanmıştır.

(Doyle & Doyle, 1990) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir bireyden elde edilen total DNA spesifik primerler ile amplifiye edilmiştir. *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Hamiltonella*, *Rickettsia*, *Spiroplasma* ve *Wolbachia* teşhisinde kullanılan primerler ve özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. PCR amplifikasyonları İpekdal & Kaya (2020) tarafından önerilen şekilde 20 µl'lik reaksiyon ortamında gerçekleştirilmiştir. Reaksiyonlar sonucunda elde edilen PCR ürünleri (5 µl), negatif ve pozitif kontrollerle % 1 agaroz jelde yürütülmüştür. Agaroz jeller UV Transilluminatorde (ThermoScientific) görüntülenmiştir. Pozitif kontrol ile aynı pozisyonda elektroforetik bantların durumuna göre endosimbionik bakterileri varlığı incelenmiştir.

Elde edilen PCR ürünlerinin çift yönlü (ileri/forward ve geri/reverse) sekanslaması, MacroGen Inc., Hollanda tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde edilen çift yönlü sekans verilerinden BioEdit (Hall, 1999) Clustal W 2.0 algoritması (Thompson vd., 1994) kullanarak konsensüs dizileri oluşturulmuştur. Konsensüs dizileri NCBI veri tabanlarında BLAST (Altschul vd., 1990) edilerek tanımlamaları yapılmıştır.



Şekil 1. Endosimbionik bakteri taraması yapılan bitkisel ve hayvansal zararlılar. a. Kanatlı kırmızı akar *Dermanyssus gallinae*, b. sığır biti *Bovicola bovis*, c. galeri sineği *Liriomyza* sp., d. baklagil tohum böceği *Bruchus* sp., e. domates zararlısı *Lasiotera* sp.

Figure 1. Plant and animal pests screened for endosymbiotic bacteria. a. Winged red mite *Dermanyssus gallinae*, b. cattle louse *Bovicola bovis*, c. gallery fly *Liriomyza* sp., d. legume beetle *Bruchus* sp., e. tomato pest *Lasiotera* sp.

Bu zararlılarda maternal olarak kalıtılan üreme manipülatörü endosimbiyotik bakteriler spesifik primerler ile taranmıştır. Taramalar sonucunda *D. gallinae*, *B. bovis*, *Liriomyza* sp., *Bruchus* sp. ve *Lasioptera* sp.'de endosimbiyotik *Arsenophonus*, *Cardinium*, *Hamiltonella*, *Rickettsia*, *Spiroplasma* ve *Wolbachia* bakterilerinin bulunmadığı görülmüştür. Zarara ve dolayısıyla ekonomik kayıplara neden olan bu zararlılarda üreme manipülatörü endosimbiyotik bakterilere yönelik elde edilen bu sonuçlar Türkiye'den ilk veri durumundadır.

Maternal olarak kalıtılan bu endosimbiyotik bakteriler özellikle son yıllarda potansiyelleri nedeniyle birçok zararlıda taranmaktadır (Bourtzis, 2008; Hancock vd., 2011; Asimakis vd., 2019; Madhav vd., 2020; İpekdal & Kaya, 2020; Xu vd., 2021). Nitekim zararlılar tarım ve hayvancılık açısından birer risk kaynağıdır ve bunlarla mücadelede kimyasal yöntemlere alternatif yeni stratejilerin geliştirilmesi için üreme manipülatörü bakteriler, yenilikçi bir araç olarak değerlendirilmektedir (Madhav vd., 2020). Ancak bu bakterilere ilişkin bazı zararlı türlerinde henüz bir veri bulunmazken, bazılarında ise özellikle en iyi bilinen *Wolbachia* bakterisine ilişkin bildirimler yapılmıştır (Kondo vd., 2011; Tagami vd., 2006; Parish vd., 2017; Xu vd., 2021). Baklagil tohum böceği (*Bruchus* sp.), sığır biti (*B. bovis*) ve domateste zarara neden olan *Lasioptera* sp.'de maternal kalıtılan bakterilere yönelik, bilindiği kadarıyla, herhangi bir veri bulunmamaktadır. Her ne kadar daha önce Bruchidae üyesi adzuki fasulyesinde zarara neden olan *Callosobruchus chinensis*'te *Wolbachia* enfeksiyonu bildirilmişse de (Ijichi et al., 2002) bu çalışmada *Bruchus* sp.'de endosimbiyotik bakteri enfeksiyonlarının bulunmadığı belirlenmiştir. Türkiye'de ilk olarak 2016 yılında domateste tespit edilen (Topakcı & Yükselbaba, 2016; Büyüköztürk, vd., 2016) ve ekonomik kayıplara neden olduğu için mücadelesine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunan *Lasioptera* sp. (Doğanlar vd., 2011; Büyüköztürk vd., 2020) hakkında çok az veri bulunmaktadır. Bununla birlikte bazı *Lasioptera* sp. üyelerinin zararlı ve/veya istenmeyen bitki türlerinin kontrolü için kullanılabileceği rapor edilmiştir (Thomas & Goolsby, 2015). Dolayısıyla hem zararı hem de biyolojik mücadele ajanı olarak değerlendirilen *Lasioptera* sp.'de bilindiği kadarıyla ilk kez bu çalışmada maternal kalıtılan bakteri kompozisyonu incelenmiştir ve bu endosimiyontların bulunmadığı belirlenmiştir. Diğer yandan *Liriomyza* sp. türlerinde (*L. huidobrensis*, *L. chinensis*, *L. bryoniae*, *L. brassicae*, *L. sativae*, *L. chenopodii*, *P. plantaginis*, *L. trifolii*,) ise *Wolbachia* bulunduğu rapor edilmiştir (Tagami vd., 2006; Xu vd., 2021). Bununla birlikte bazı *Liriomyza* sp. türlerinde *Wolbachia* frekansının popülasyonlar arasında farklılık göstermektedir (Xu vd., 2021). Bunun bir göstergesi olarak değerlendirilebilecek şekilde *L. sativae*'de *Wolbachia* enfeksiyonunun bulunmadığı da bildirilmiştir (Parish vd.,

2017; Xu vd., 2021). Benzer şekilde bu çalışmada taranan *Liriomyza* sp.'lerde *Wolbachia* bulunmamaktadır. Diğer taraftan *D. gallinae*'de *Cardinium* (De Luna vd., 2009; Hubert vd., 2017), *Spiroplasma* (De Luna vd., 2009), *Rickettsia* (Hubert vd., 2017) ve *Wolbachia* (Hubert vd., 2017) bildirilmiştir. Buna karşın *D. gallinae*'de *Wolbachia* bulunmadığını rapor eden çalışmalar da (De Luna vd., 2009) mevcuttur. Her ne kadar elde edilen sonuçlar önceki çalışmalarla uyumlu olsa da, bu zararlılarda maternal kalıtılan endosimbiyotik bakterilere yönelik daha fazla çalışmaya ve veriye ihtiyaç vardır. Öyle ki, üreme manipülatörü endosimbiyotik bakterilerin iklim, coğrafya ve konak yayılışındaki farklılıklar gibi nedenler dolayısıyla aynı türün farklı popülasyonlarındaki prevalansı değişkenlik gösterebilmektedir (Pollet vd., 2020; Xu vd., 2021).

Sonuç olarak, burada sunulan verilerin zararlı yayılışı ve risklerine karşı stratejilerin geliştirilmesine katkı sunacağı düşünülmektedir. Özellikle artan nüfus ve küresel ısınma kaynaklı kuraklık tehdidi nedeniyle azalan bitkisel ve hayvansal ürünleri, zararlılara karşı koruma günümüzün en önemli sorunlarından. Ancak gerek coğrafi konumu gerekse iklim koşulları nedeniyle dinamik ve zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip Anadolu'da, endosimbiyotik bakterilere yönelik daha geniş örnekleme sahalarında gerçekleştirilecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada sunulan *Lasioptera* sp.'ye ilişkin veriler Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenen MMF.A4.20.009 numaralı projeden elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W. & Lipman, D.J. (1990). Basic local alignment search tool. *Journal of Molecular Biology*, **215**(3), 403-410. DOI: [10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2)
- Asimakis, E.D., Doudoumis, V., Hadapad, A.B., Hire, R.S., Batargias, C., Niu, C., ... & Tsiamis, G. (2019). Detection and characterization of bacterial endosymbionts in Southeast Asian tephritid fruit fly populations. *BMC Microbiology*, **19**(1), 1-18. DOI: [10.1186/s12866-019-1653-x](https://doi.org/10.1186/s12866-019-1653-x)
- Bourtzis, K. (2008). *Wolbachia*-based technologies for insect pest population control. *Transgenesis and the Management of Vector-Borne Disease*, (ed) Aksoy, S., Part of the Advances in Experimental Medicine and Biology book series, Springer, New York, NY, 104-113.
- Brelsfoard, C.L. & Dobson, S.L. (2009). *Wolbachia*-based strategies to control insect pests and disease vectors. *Asia Pac. J. Mol. Biol. Biotechnol.*, **17**(3), 55-63.
- Büyüköztürk, H.D., Bilgin, M.G. & Keçeci, M. (2016). Türkiye'de yeni bir domates zararlısı, *Lasioptera* sp.

- (Diptera: Cecidomyiidae) ve Akdeniz Bölgesi'ndeki yayılışı. *Derim*, **33**(2), 211-220. DOI: [10.16882/derim.2016.267903](https://doi.org/10.16882/derim.2016.267903)
- Büyüköztürk, H.D., Keçeci, M., Bilgin, M.G., Ölçülü, M. & Yücel, S. (2020).** Determination of different shoot pruning efficiency for controlling *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) in protected tomato cultivation and pests visual preferences. *Bitki Koruma Bülteni*, **60**(4), 69-73. DOI: [10.16955/bitkorb.685437](https://doi.org/10.16955/bitkorb.685437)
- Chrostek, E., Pelz-Stelinski, K., Hurst, G.D. & Hughes, G.L. (2017).** Horizontal transmission of intracellular insect symbionts via plants. *Frontiers in Microbiology*, **8**, 2237. DOI: [10.3389/fmicb.2017.02237](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02237)
- Coles, G.C., Hadley, P.J., Milnes, A.S., Green, L.E., Stosic, P.J. & Garnsworthy, P.C. (2003).** Relationship between lice infestation and leather damage in cattle. *Veterinary Record*, **153**(9), 255-259. DOI: [10.1136/vr.153.9.255](https://doi.org/10.1136/vr.153.9.255)
- De Luna, C.J., Moro, C.V., Guy, J.H., Zenner, L. & Sparagano, O.A.E. (2009).** Endosymbiotic bacteria living inside the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*). *Exp. Appl. Acarol.*, **48**, 105-113. DOI: [10.1007/s10493-008-9230-2](https://doi.org/10.1007/s10493-008-9230-2)
- Deutsch, C.A., Tewksbury, J.J., Tigchelaar, M., Battisti, D., Merrill, S.C., Huey, R.B. & Naylor, R.L. (2018).** Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science*, **361**, 916-919. DOI: [10.1126/science.aat3466](https://doi.org/10.1126/science.aat3466)
- Doğanlar, M., Sertkaya, E. & Skuhrava, M. (2011).** Pest status of olive leaf gall midge *Dasineura oleae* (Angelini, 1831), description of *Lasioptera oleicola* Skuhravá sp. new (Diptera: Cecidomyiidae) and effectiveness of parasitoids on their populations in Hatay Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, **35**(2), 265-284.
- Doyle, J.J. & Doyle, J.L. (1990).** Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, **12**(13), 39-40.
- Durden, L.A. (2019).** Lice (Phthiraptera). *Medical and veterinary entomology*, (ed) Mullen, G.R. ve Durden, L.A., Academic Press, London, United Kingdom 79-106.
- Duron, O. (2013).** Lateral transfers of insertion sequences between *Wolbachia*, *Cardinium* and *Rickettsia* bacterial endosymbionts. *Heredity*, **111**, 330-337. DOI: [10.1038/hdy.2013.56](https://doi.org/10.1038/hdy.2013.56)
- Duron, O., Bouchon, D., Boutin, S., Bellamy, L., Zhou, L., Engelstädter, J. & Hurst, G.D. (2008).** The diversity of reproductive parasites among arthropods: *Wolbachia* do not walk alone. *BMC Biology*, **6**(1), 1-12. DOI: [10.1186/1741-7007-6-27](https://doi.org/10.1186/1741-7007-6-27)
- FAO. (2016).** *ISPM 27 Diagnostic protocols for regulated pests DP 16: Genus Liriomyza*. International Plant Protection Convention, The Food and Agriculture Organization (FAO). 14s.
- Foba, C.N., Salifu, D., Lagat, Z.O., Gitonga, L.M., Akutse, K.S. & Fiaboe, K.K.M. (2016).** *Liriomyza leafminer* (Diptera: Agromyzidae) parasitoid complex in different agroecological zones, seasons, and host plants in Kenya. *Environmental Entomology*, **45**(2), 357-366. DOI: [10.1093/ee/nvv218](https://doi.org/10.1093/ee/nvv218)
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R. & Vrijenhoek, R. (1994).** DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.*, **3**, 294-299.
- Fukatsu, T. & Nikoh, N. (2000).** Endosymbiotic microbiota of the bamboo pseudococcid *Antonina crawii* (Insecta, Homoptera). *Applied and Environmental Microbiology*, **66**(2), 643. DOI: [10.1128/aem.66.2.643-650.2000](https://doi.org/10.1128/aem.66.2.643-650.2000)
- George, D.R., Finn, R.D., Graham, K.M., Mul, M.F., Maurer, V., Moro, C.V., & Sparagano, O.A. (2015).** Should the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* be of wider concern for veterinary and medical science?. *Parasites & Vectors*, **8**(1), 1-10. DOI: [10.1186/s13071-015-0768-7](https://doi.org/10.1186/s13071-015-0768-7)
- Gottlieb, Y., Ghanim, M., Chiel, E., Gerling, D., Portnoy, V., Steinberg, S., ... & Zchori-Fein, E. (2006).** Identification and localization of a *Rickettsia* sp. in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Applied and Environmental Microbiology*, **72**(5), 3646-3652. DOI: [10.1128/AEM.72.5.3646-3652.2006](https://doi.org/10.1128/AEM.72.5.3646-3652.2006)
- Hall, T.A. (1999).** BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic acids symposium series*, **41**(41), 95-98. DOI: [/10.14601/Phytopathol_Mediterr-14998u1.29](https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-14998u1.29)
- Hancock, P.A., Sinkins, S.P. & Godfray, H.C.J. (2011).** Strategies for introducing *Wolbachia* to reduce transmission of mosquito-borne diseases. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, **5**(4), e1024. DOI: [10.1371/journal.pntd.0001024](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001024)
- Hubert, J., Erban, T., Kopecky, J., Sopko, B., Nesvorna, M., Lichovnikova, M., ... & Sparagano, O. (2017).** Comparison of microbiomes between red poultry mite populations (*Dermanyssus gallinae*): predominance of *Bartonella*-like bacteria. *Microbial ecology*, **74**(4), 947-960. DOI: [10.1007/s00248-017-0993-z](https://doi.org/10.1007/s00248-017-0993-z)
- Ijichi, N., Kondo, N., Matsumoto, R., Shimada, M., Ishikawa, H., & Fukatsu, T. (2002).** Internal spatiotemporal population dynamics of infection with three *Wolbachia* strains in the adzuki bean beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *Applied and Environmental Microbiology*, **68**(8), 4074-4080. DOI: [10.1128/AEM.68.8.4074-4080.2002](https://doi.org/10.1128/AEM.68.8.4074-4080.2002)
- İnci, A., Yildirim, A., Duzlu, O., Doganay, M. & Aksoy, S. (2016).** Tick-borne diseases in Turkey: A review based on one health perspective. *PLoS Neglected Tropical Diseases* **10**(12), e0005021. DOI: [10.1371/journal.pntd.0005021](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005021)
- İpekdağ, K. & Kaya, T. (2020).** Screening stored wheat beetles for reproductive parasitic endosymbionts in central Turkey. *Journal of Stored Products Research*, **89**, 101732. DOI: [10.1016/j.jspr.2020.101732](https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101732)
- Kingsolver, J.M., Tuñón, J.E.B., Nápoles, J.R. & Thomas, M.C. (2017).** Bruchidae of Chile (Insecta: Coleoptera). *Insecta Mundi.*, **0542**, 1-106.
- Kondo, N.I., Tuda, M., Toquenaga, Y., Lan, Y.C., Buranapanichpan, S., Horng, S.B., ... & Fukatsu, T. (2011).** *Wolbachia* infections in world populations of bean beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) infesting cultivated and wild legumes. *Zoological Science*, **28**(7), 501-508. DOI: [10.2108/zsj.28.501](https://doi.org/10.2108/zsj.28.501)

- Konyalı, C. & Savaş, T. (2016).** Kanatlı kırmızı akarı (*Dermanyssus gallinae*): biyolojisi ve etkileri. *Hayvansal Üretim*, *57*(1), 63-72.
- Madhav, M., Baker, D., Morgan, J.A., Asgari, S. & James, P. (2020).** *Wolbachia*: A tool for livestock ectoparasite control. *Veterinary Parasitology*, *288*, 109297. DOI: [10.1016/j.vetpar.2020.109297](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109297)
- Mateos, M., Castrezana, S.J., Nankivell, B.J., Estes, A.M., Markow, T.A. & Moran, N.A. (2006).** Heritable endosymbionts of *Drosophila*. *Genetics*, *174*(1), 363-376. DOI: [10.1534/genetics.106.058818](https://doi.org/10.1534/genetics.106.058818)
- Monica, S.S., Sathishkumar, J.K., Vinothkumar, B., Krishnamoorthy, S.V. & Rajendran, L. (2021).** A review on management of leafminer in horticultural crops. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. *9*(2), 1204-1213.
- Moro, C.V., De Luna, C.J., Tod, A., Guy, J.H., Sparagano, O.A. & Zenner, L. (2009).** The poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*): a potential vector of pathogenic agents. In Control of Poultry Mites (*Dermanyssus*). *Exp. Appl. Acarol.*, *48*, 93-104. DOI: [10.1007/s10493-009-9248-0](https://doi.org/10.1007/s10493-009-9248-0)
- Nikolova, I.M. & Georgieva, N. (2015).** Evaluation of damage caused by *Bruchus pisorum* L (Coleoptera: Chrysomelidae) on some parameters related to seed quality of pea forage cultivars (*Pisum sativum* L.). *Journal of Central European Agriculture*, *16*(3), 330-343. DOI: [10.5513/JCEA01/16.3.1628](https://doi.org/10.5513/JCEA01/16.3.1628)
- Otter, A., Twomey, D.F., Crawshaw, T.R. & Bates, P. (2003).** Anaemia and mortality in calves infested with the long-nosed sucking louse (*Linognathus vituli*). *Veterinary Record*, *153*(6), 176-179. DOI: [10.1136/vr.153.6.176](https://doi.org/10.1136/vr.153.6.176)
- Parish, J.B., Carvalho, G.A., Ramos, R.S., Queiroz, E.A., Picanço, M.C., Guedes, R.N., & Corrêa, A.S. (2017).** Host range and genetic strains of leafminer flies (Diptera: Agromyzidae) in eastern Brazil reveal a new divergent clade of *Liriomyza sativae*. *Agricultural and Forest Entomology*, *19*(3), 235-244. DOI: [10.1111/afe.12202](https://doi.org/10.1111/afe.12202)
- Parrella, M.P. (1987).** Biology of *Liriomyza*. *Annual review of entomology*, *32*(1), 201-224. DOI: [10.1146/ANNUREV.EN.32.010187.001221](https://doi.org/10.1146/ANNUREV.EN.32.010187.001221)
- Pollet, T., Sprong, H., Lejal, E., Krawczyk, A.I., Moutailler, S., Cosson, J.F., ... & Estrada-Peña, A. (2020).** The scale affects our view on the identification and distribution of microbial communities in ticks. *Parasites & Vectors*, *13*(1), 1-13. DOI: [10.1186/s13071-020-3908-7](https://doi.org/10.1186/s13071-020-3908-7)
- Sadiq, F.H. & Mahdi, F.A. (2019).** The leaf miners *Liriomyza* sp (Diptera: Agromyzidae), nature, damage and economic importance. *Journal of Research in Ecology*, *7*(2), 2618-2622.
- Saito, T., Ikeda, F. & Ozawa, A. (1996).** Effect of pesticides on parasitoid complex of serpentine leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Shizuoka Prefecture. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.*, *40*, 127-133. DOI: [10.1303/JJAEZ.40.127](https://doi.org/10.1303/JJAEZ.40.127)
- Srivastava, C. & Subramanian, S. (2016).** Storage insect pests and their damage symptoms: an overview. *Indian Journal of Entomology*, *78*, 53-58. DOI: [10.5958/0974-8172.2016.00025.0](https://doi.org/10.5958/0974-8172.2016.00025.0)
- Tagami, Y., Doi, M., Sugiyama, K., Tatara, A. & Saito, T. (2006).** *Wolbachia*-induced cytoplasmic incompatibility in *Liriomyza trifolii* and its possible use as a tool in insect pest control. *Biological Control*, *38*(2), 205-209. DOI: [10.1016/J.BIOCONTROL.2006.03.008](https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2006.03.008)
- Thomas, D.B. & Goolsby, J.A. (2015).** Morphology of the preimaginal stages of *Lasioptera donacis* Coutin (Diptera: Cecidomyiidae), a candidate biocontrol agent for giant arundo cane. *Psyche: A Journal of Entomology*, *2015*. DOI: [10.1155/2015/262678](https://doi.org/10.1155/2015/262678)
- Thompson, J.D., Higgins, D.G. & Gibson, T.J. (1994).** CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic acids research*, *22*(22), 4673-4680. DOI: [10.1093/NAR/22.22.4673](https://doi.org/10.1093/NAR/22.22.4673)
- Topakcı, N. & Yükselbaba, U. (2016).** Domates Üretiminde Yeni Bir Zararlı: *Lasioptera* sp (Diptera: Cecidomyiidae). *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *4*(11), 914-918. DOI: [10.24925/turjaf.v4i11.914-918.725](https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i11.914-918.725)
- Weeks, A.R., Velten, R. & Stouthamer, R. (2003).** Incidence of a new sex-ratio-distorting endosymbiotic bacterium among arthropods. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *270*(1526), 1857-1865. DOI: [10.1098/rspb.2003.2425](https://doi.org/10.1098/rspb.2003.2425)
- Werren, J.H., & Windsor, D.M. (2000).** *Wolbachia* infection frequencies in insects: evidence of a global equilibrium? *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *267*(1450), 1277-1285. DOI: [10.1098/rspb.2000.1139](https://doi.org/10.1098/rspb.2000.1139)
- Xu, X., Ridland, P.M., Umina, P.A., Gill, A., Ross, P.A., Pirtle, E. & Hoffmann, A.A. (2021).** High Incidence of Related *Wolbachia* across Unrelated Leaf-Mining Diptera. *Insects*, *12*(9), 788. DOI: [10.3390/insects12090788](https://doi.org/10.3390/insects12090788)
- Zchori-Fein, E. & Brown, J.K. (2002).** Diversity of prokaryotes associated with *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America*, *95*(6), 711-718. DOI: [/10.1603/0013-8746\(2002\)095\[0711:DOPAWB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2002)095[0711:DOPAWB]2.0.CO;2)
- Zug, R. & Hammerstein, P. (2012).** Still a host of hosts for *Wolbachia*: analysis of recent data suggests that 40% of terrestrial arthropod species are infected. *PLoS one*, *7*(6), e38544. DOI: [10.1371/journal.pone.0038544](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038544)



İleri Atıksu Arıtma Metotları İle Mikroplastik Giderim Veriminin Değerlendirilmesi

Ceyhun AKARSU

Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul, Türkiye

Geliş/Received: 23.03.2022

Kabul/Accepted: 12.04.2021

Yayın/Published: 30.06.2022

Atf yapmak için: Akarsu, C. (2022), İleri Atıksu Arıtma Metotları İle Mikroplastik Giderim Veriminin Değerlendirilmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 207-215.

How to cite: Akarsu, C. (2022), Evaluation of Microplastic Removal Efficiency Via Advanced Wastewater Treatment Methods. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 207-215.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0168-9941>

***Sorumlu yazar:**

Ceyhun AKARSU
İstanbul Üniversitesi
Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Çevre
Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
✉: ceyhunakarsu@iuc.edu.tr

Öz: Son on yılda, yüzey sularında tespit edilen, mikroplastik olarak da bilinen, mikro boyutlu plastik çöplere yönelik farkındalık artmıştır. Antropojenik kaynaklı bu kirleticiler, kanalizasyon aracılığıyla atıksu arıtma tesislerine taşınmakta devamında ise arıtılmış suların deşarj edildiği noktalardan alıcı ortam ile buluşmaktadır. Bu nedenle atıksu arıtma tesisleri, su ortamındaki mikroplastiklerin birincil kaynağı olarak görülmekte ve mevcut tesislerdeki proseslerin arıtma verimlerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Ancak mikroplastikler günümüz koşullarında tesis tasarım kriterlerinden biri olmadığı için giderim verimleri istenilen seviyelerde olmamakta dolayısıyla alternatif arıtma metotların belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, literatürde ileri atıksu arıtma metotları ile mikroplastik giderim verimliliğinin belirlenmesi üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu derlemede de oldukça yeni olan bu çalışmalarda kullanılan arıtma teknolojileri giderim verimleri üzerinden kıyaslanmış ve giderim mekanizmaları hakkında detaylar verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Elektrokimyasal arıtım, ileri atıksu arıtma teknolojileri, membran filtrasyon, mikroplastik

Evaluation of Microplastic Removal Efficiency Via Advanced Wastewater Treatment Methods

***Corresponding author:**

Ceyhun AKARSU
Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of
Engineering, Department of Environmental
Engineering, Istanbul, Türkiye
✉: ceyhunakarsu@iuc.edu.tr

Abstract: Over the past decade, there has been increased awareness of micro-size plastic litter found in the surface water. Microplastics, an anthropogenic pollutant, pass to wastewater treatment plants through sewage and then meet with the receiving environment. For this reason, wastewater treatment plants are seen as the primary source of microplastics in the aquatic environment and studies are carried out to determine the treatment efficiency of processes in existing plants. However, since it is not one of the microplastic facility design criteria, the removal efficiencies are not at the desired levels, so it is necessary to determine alternative treatment methods. In this context, studies are carried out on the determination of microplastic removal efficiency with advanced wastewater treatment methods in the literature. In this review, the treatment technologies used in these studies, which are quite new, are compared on their removal efficiencies and details about the removal mechanisms are given..

Keywords: Advanced wastewater treatment technologies, electrochemical treatment, membrane filtration, microplastic.

GİRİŞ

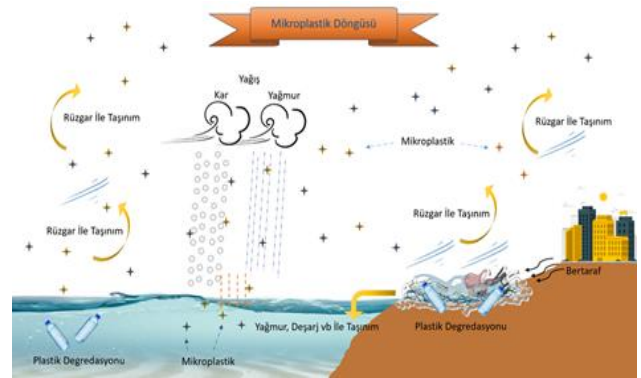
Küresel plastik üretimi yılda yaklaşık 350 milyon ton'dur (PA, 2018). Ancak plastik atıkların yönetimi istenilen seviyede değildir. Ambalaj atıklarında geri kazanım oranları %40'ı bulsa da ortalama geri kazanım oranı %10'u geçmemektedir (EU, 2019; NG, 2021). Dolayısıyla doğru yönetilemeyen plastik atıklar alıcı ortamlarla buluşmaktadır. Plastiklerin okyanuslarda, denizlerde ve diğer su sistemlerinde, karasal topraklarda ve hatta havada bulunduğu tespit edilmiştir (Barnes vd., 2009; Shim ve Thompson, 2015; Gasperi vd., 2018). Özellikle son yıllarda mikroplastik (MP) adı verilen 5 mm'den küçük plastik parçalarının kirlilik seviyeleri oldukça artmıştır (Vuori & Ollikainen, 2022). Yapılan hesaplamalara göre su ortamındaki plastik miktarı milyonlarca tonu geçmektedir (Lebreton vd., 2018).

Mikroplastik kirliliğinin en kritik sonuçlarından biri, ekosisteme dahil olduktan sonra tekrar ortamdan uzaklaştırmanın oldukça zor olmasıdır (Barnes vd., 2009). Mikroplastiklere alıcı ortamlarda, birincil ve ikincil mikroplastikler şeklinde rastlanılmaktadır (Talvitie vd., 2017). Daha çok kişisel bakım ürünlerinde (şampuan, duş jelleri, yüz temizleme jelleri vb.) ve çeşitli sentetik tekstil ürünlerinde kullanılan mikro boyutlardaki plastikler, birincil mikroplastik olarak ifade edilmektedir (Akdogan & Guven, 2019; Liu vd., 2021). Doğada ultraviyole radyasyon, mekanik stres ve biyolojik bozunma gibi çeşitli faktörlerin etkisiyle parçalanma ve ayrışma sonucunda ise, ikincil mikroplastikler oluşmaktadır (Lu vd., 2018; Guo vd., 2020; Liu & Wang, 2020). Mikroplastiklerin bu şekilde sınıflandırılması kaynağının belirlenmesi ve çözüm önerisinin sunulmasına katkı sağlamaktadır (Talvitie vd., 2017). Degradasyona uğrayan ikincil mikroplastikler o kadar ufak olabilmektedirler ki buharlaşma sürecinde havaya karışabilmektedir (Blackburn & Green, 2021). Mikroplastiklerin alıcı ortamlardaki döngüsü Şekil 1'de ifade edilmiştir.

Dünya genelinde modern bir atık yönetim planlaması olmaması nedeniyle mikroplastikler Antartika (Ross vd., 2021), Yağmur Ormanları (Álvarez-Lopezello vd., 2021) ve Everest (Napper vd., 2020) dahil olmak üzere dünyanın herhangi bir noktasına bulunabilmektedir. Her bir örnekleme noktasındaki mikroplastiklerin kaynağı farklılık gösteriyor olsa da genel olarak mikroplastiklerin en önemli kaynağının atıksu arıtma tesisleri olduğu görülmektedir (Akarsu vd., 2020).

Birçok çalışma, atıksuların arıtılması sırasında mikroplastiklerin yüzdesel ifadelerde yüksek olarak değerlendirilebilecek bir verimde giderilebileceğini göstermiştir (Lares vd., 2018; Hidayaturrahman & Lee, 2019; Yang vd., 2021). Yapılan bir araştırmaya göre, MP'lerin konsantrasyonu ham atık su içinde 10.044 MP.L-

¹ iken, atık su arıtmasından sonra 450 MP.L-1'nin altına düşmüştür (Sun vd., 2019). Yine başka bir çalışmada atık su arıtma tesislerinin giriş sularındaki mikroplastik konsantrasyonlarının 10^3 ila 10^8 MP.m⁻³ değerleri arasında değişebildiği ispatlanmıştır (Carr vd., 2016; Murphy vd., 2016; Hidayaturrahman ve Lee, 2019). Atıksu arıtma tesislerinin mikroplastik giderim verimleri %40 gibi düşük seviyelerde olabileceği gibi %99 gibi oldukça yüksek MP giderim verimine sahip olduğu bildirilmiştir (Magnusson vd., 2014; Leslie vd., 2017). Giderim oranlarındaki bu fark, atıksu kalitesi, MP'lerin boyutu ve yapısal özellikleri, kullanılan arıtma prosesleri gibi birçok değişkenden etkilendiği bilinmektedir.



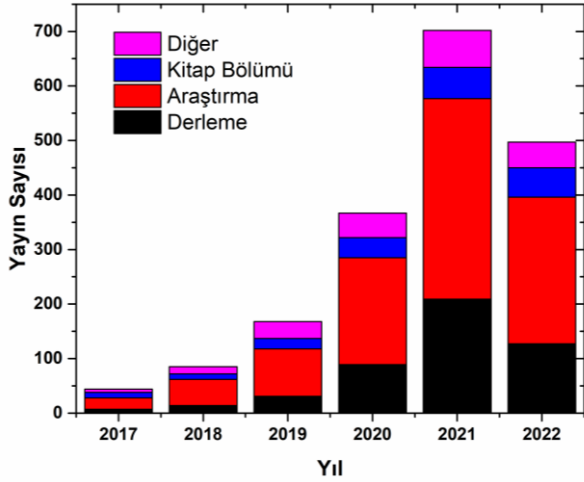
Şekil 1. Alıcı ortamdaki mikroplastik döngüsü.

Figure 1. Microplastic cycle in the environment.

Literatür araştırmalarında, bu değişkenlerin etkisini en aza indirecek alternatif atıksu arıtma prosesinin belirlenmesine yönelik çalışmalara öncelik verilmiştir. Bu derleme çalışmasında da son yıllardaki atıksu arıtma tesislerinde mikroplastiklerin gideriminde kullanılabilecek alternatif arıtma prosesinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar üzerine genel analiz gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda daha önce birçok kirleticinin gideriminde kullanılan hem konvansiyonel hem de ileri atıksu arıtma prosesleri ile mikroplastik giderim verimleri incelenmiş, dünya genelinde 21 ülkede 67 farklı arıtma teknolojileri giderim mekanizmaları üzerinden değerlendirilmiştir. Tartışma aşamasında mikroplastik giderim veriminde belirleyici faktörler olan şekil, polimer yapısı ve boyut özelinde uzaklaştırma verim ve mekanizmaları kıyaslanmıştır.

Çalışma kapsamında incelenen yayınlar, Sciencedirect veritabanındaki "mikroplastik", "atıksu arıtma", "giderim" kelimelerinin İngilizce karşılıkları kullanılarak gerçekleştirilen tarama sonucunda tespit edilmiştir. Arama Mart 2022'ye kadar mevcut olan yayınları içermektedir. Şekil 2.'de verildiği üzere mikroplastik giderim metodlarının belirlenmesi üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda her yıl bir artış gözlenmiştir. Bununla birlikte tespit edilen her çalışma bu çalışmanın

amacına uygun olmadığı için her bir yayın, başlık, özet ve içeriği göz önünde bulundurularak detaylı şekilde incelenmiştir.



Şekil 2. Mikroplastik giderim çalışmalarının yıllara göre dağılım grafiği.

Figure 2. Distribution of microplastic removal studies .

Atıksu arıtma tesislerinde mikroplastik bolluğu ve arıtım basamaklarının mikroplastik giderim verimlerine etkisi: Arıtma tesisi giriş suyundaki mikroplastik bolluğundaki farklılıklar, hizmet verilen nüfus, nüfusun ekonomik durumu ve yaşam tarzı, tesis tipi (evsel veya kentsel) gibi karmaşık faktörlerden kaynaklanmaktadır (Okoffo vd., 2019). Mason vd. (2016) gerçekleştirdiği çalışma ile atıksudaki mikroplastik konsantrasyonunun doğrudan nüfus ile orantılı olduğunu doğrulamıştır. Evsel atıksularda mikroplastik konsantrasyonu $0,28 \text{ MP.L}^{-1}$ ile $6,10 \times 10^2 \text{ MP.L}^{-1}$ arasında değişmekte iken bu sayı endüstriyel atıksu da kabul eden kentsel atıksu arıtma tesislerinde giriş suyu için $1,60 \text{ MP.L}^{-1}$ ile $3,14 \times 10^4 \text{ MP.L}^{-1}$ aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Liu vd., 2021).

Bununla birlikte literatürdeki diğer çalışmaların birbiri ile karşılaştırılarak genel değerlendirilmesi arzu edilen doğruluk ve hassasiyette yapılamamaktadır. Örnekleme ve tespit yöntemlerinde uygulama farklılıkları, çalışmaların kısa örnekleme sürecinde sınırlı atıksu numune hacimlerinde gerçekleştiriliyor olması gibi nedenlerden dolayı mikroplastik bolluğunu etkileyecek metodoloji farklılıklarına literatürde sıklıkla karşılaşılmaktadır (Okoffo vd., 2019). Benzer bir şekilde meteorolojik koşullar da belirleyici faktör olarak belirlenmiş, Almanya'da gerçekleştirilen bir çalışmada yağışlı günlerde mikroplastik konsantrasyonu 5900 MP.m^{-3} bulunmuşken yağışsız havada bu sayısının 3000 MP.m^{-3} 'e düştüğü tespit edilmiştir (Wolff vd., 2018). Bu sorunlardan dolayı atıksu arıtma tesislerinde mikroplastiklerin akıbetini araştırma ve proses kıyaslama çalışmalarında çeşitli zorluklar yaşanmaktadır. Ancak, her çalışmada atıksu arıtma tesisi giriş ve çıkış noktalarından

örnek alma ve analiz basamakları tutarlılık gösterdiği için giderim verimleri üzerinden kıyaslama yapılması mümkün olmaktadır.

Bu kapsamda Tablo 1.'de atıksu arıtma tesisi giderim verimi tespit çalışmalarına yer verilmiştir. Çalışmaların tamamında arıtma tesislerinin giriş sularından alınan örneklerde mikroplastik varlığı raporlanmıştır. Konvansiyonel arıtma tesislerinin, mikroplastikleri etkili bir şekilde giderebildiği görülsede, tesislerin yüksek debi işletiyor olmasından dolayı günlük mikroplastik deşarjları da yüksek çıkmaktadır. Lee & Kim, (2018)'in Kore'de gerçekleştirdiği çalışmada her bir tesisin yılda dört milyardan fazla mikroplastik deşarj ettiği iddia edilmiştir. Benzer bir şekilde Amerika'da atıksu arıtma deşarj sularının günde 500 milyon ile 1 milyar adet mikroplastik alıcı ortama verildiği hesaplanmıştır (Conley vd., 2019).

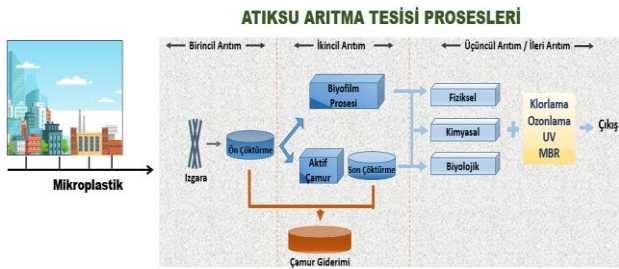
Bununla birlikte uygulanan arıtım basamaklarında deşarj sularındaki mikroplastik konsantrasyonuna doğrudan etkisi bulunmaktadır. Örneğin, Birincil ve ikincil arıtım uygulayan atıksu arıtma tesisi çıkış sularındaki mikroplastik konsantrasyonu 9×10^{-4} ile 447 MP.L^{-1} aralığında iken üçüncül arıtım yapan tesislerde bu sayı 0 ile 51 MP.L^{-1} aralığında değişmektedir (Wagner vd., 2018). Dolayısıyla arıtım basamaklarını ifade eden prosesler ve bunların mikroplastik giderim verimlerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar önem arz etmektedir.

Birincil Arıtım: Atıksu arıtma tesislerinde birincil arıtım basamağında çoğunlukla ızgaralar, kum tutucular ve ön çöktürme tanklarından bir veya birkaçı kullanılmaktadır. Aslında bu üç prosesin aynı anda kullanıldığı takdirde atıksuda ihtiva eden mikroplastikleri %98'e ulaşan oranlarda giderilebildiği ispatlanmıştır (Talvitie vd., 2017; Yang vd., 2021). Bununla birlikte partikül şekil, boyut ve yoğunluğu giderim verimini belirleyici faktör görevindedir. Örneğin ipliksi bir şekle sahip mikroplastik parçası ızgaraların arasından kolaylıkla geçebilmektedir. Yine kum tutucular genellikle partikül yoğunluğu $1,5 \text{ g.ml}^{-1}$ 'e kadar olan partiküllerin gideriminde yüksek verim göstermektedir. Ancak bazı mikroplastiklerin yoğunluğu $2,3 \text{ g.ml}^{-1}$ 'e varan değerlere çıkmaktadır. Dolayısıyla PTFE gibi mikroplastiklerin giderimi mümkün olmayabilmektedir. Ön çöktürme tanklarında ise yine yoğunluk faktörü devreye girmektedir. Bilindiği üzere bu tanklarda yoğunluğu $1,1 \text{ g.ml}^{-1}$ 'den küçük ve $1,5 \text{ g.ml}^{-1}$ 'den büyük partiküllerin uzaklaştırılması gerçekleştirilmektedir. Ancak birçok mikroplastiklerin yoğunluğu bu aralıktadır. Dolayısıyla atıksu arıtma tesislerinde en sık rastlanılan polipropilen ve polietilen gibi mikroplastiklerin ön çöktürme tankında giderilmesi çoğunlukla mümkün olmamaktadır.

İkincil Arıtım: Günümüz arıtım süreçlerinde ikincil arıtımda kirleticilerin mikroorganizmalar aracılığıyla parçalanması sonucu giderimi sağlanmaktadır.

Bilindiği üzere plastiklerin kısa süre içerisinde biyodegradasyonu mümkün olmamakta, bu nedenle atıksu arıtma tesislerinden ancak mikororganizmaların hücre dışı salgısı ile tutulabilmektedir. Dolayısıyla ikincil arıtım sürecinde mikroplastik giderimi birincil arıtıma kıyasla oldukça düşük kalmakta, verim %2 ile %55 oranlarında değişmektedir (Carr vd., 2016; Lv vd., 2019).

Üçüncül Arıtım: Her arıtma tesisinde yer almasa da üçüncül arıtım, ikincil arıtmadan çıkan atıksulardan organik ve inorganik maddeler ile birlikte azot ve fosforun daha fazla uzaklaştırılması amacıyla işletilmektedir. Üçüncül arıtım prosesinde genellikle koagülasyon-flokülasyon, membran filtrasyonu veya denitrifikasyon-nitrifikasyon proseslerinden biri kullanılmaktadır. Üçüncül arıtım sürecinde ileri arıtım teknolojilerinden biri kullanılmadığı sürece giderim verimleri %5 ile %20 arasında değiştiği bilinmektedir (Talvitie vd., 2017; Magni vd., 2019). Tüm bu üç arıtım sürecine dâhil olan atıksudan mikroplastik % 82 ile %99 oranında giderilebilmektedir. Son 5 yıl içerisinde yapılan, farklı arıtma aşamalarında mikroplastik giderim verimliliği araştırmaları Tablo 1’de verilmiştir. Arıtma aşamaları göz önünde bulundurularak konvansiyonel atıksu arıtma tesisine ait akış diyagramı Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Arıtma tesisi akış diyagramı.

Figure 3. Treatment plant flow diagram.

Yukarıdaki etmenlerden farklı olarak arıtım aşamalarından çıkan suyun içerdiği polimer yapıların da değiştiği tespit edilmiştir. Magni vd., (2019) ön çöktürme tankı çıkışında atıksuyun mikroplastik içeriğinin değiştiğini raporlamıştır. Çıkış suyunda kopolimer yüzdesinde azalmış olsa da polyster, polipropilen ve poliamidlerin konsantrasyonlarında sırasıyla %23, 11 ve 11 oranında artış gözlemlenmiştir. Başka bir çalışmada ise polivinilklorür, epoksi reçine ve polioksümetilen gibi bazı mikroplastiklerin yalnızca atıksu çıkış noktasında tespit edilebildiği raporlanmıştır (Talvitie vd., 2015). Polimer yüzdesindeki bu artış başka çalışmalarda da gözlemlenmiştir. Gündoğdu vd., (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada arıtma tesisi giriş suyunda polyster yüzdesi %50,8 iken çıkış suyundaki polyster konsantrasyonu %68,8’e yükseldiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde Vollertsen & Hansen, (2017) çalışmalarında arıtma çamurunda tespit edilen poliamid,

polietilen ve polipropilen türevlerinin atıksularda tespit edilemediğini bildirmiştir.

Mikroplastik boyutu ve arıtma basamakları giderim verimi açısından değerlendirildiğinde ise ön arıtmanın giderim veriminin özellikle 300 µm’den büyük boyuttaki mikroplastiklerin gideriminde etkili olduğu raporlanmıştır (Talvitie vd., 2017). Vogelsang vd., (2018) ise yeterli alıkonma süresi sağlanıldığı takdirde çöktürme tanklarının fiber ve boyutları 20-100 µm arasında değişen diğer mikroplastiklerin gideriminde oldukça etkili bir proses olacağını bildirmiştir. Bunu destekler nitelikte yapılan çalışmalarda atıksu içerisindeki mikroplastiklerin çamura kıyasla daha küçük boyutta olduğu belirlenmiştir (Murphy vd., 2016). Bunun nedeni ise daha küçük partiküllerin sıvı içerisinde askıda kalırken, daha büyük boyuttakilerin çökeltme sonrası çamura geçiyor olmasıdır. Mikroplastik boyutuna bağlı ileri arıtım prosesleri incelendiğinde ise avantajları olduğu kadar bazı dezavantajları olduğu da raporlanmıştır. Lv vd., (2019) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada mekanik süreçler sırasında büyük boyuttaki plastiklerin daha küçük boyutlara parçalandığını raporlamıştır. Benzer şekilde UV ile dezenfeksiyon sürecinde de plastiklerin degradasyon olması nedeniyle mikroplastik konsantrasyonunda artış olduğu belirlenmiştir. İlginç olan ise bu sonuçlar konvansiyonel arıtım proseslerinde tam tersi yönde belirlenmiş olmasıdır. Yapılan birçok çalışmada çıkış suyundaki mikroplastik boyut ortalamasının giriş suyuna kıyasla daha büyük olduğu belirtilmiştir (Estahbanati & Fahrenfeld, 2016; Akarsu vd., 2020). Bu durum konvansiyonel arıtım proseslerinin küçük boyuttaki mikroplastikleri tutma veriminin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Long vd., (2019) gerçekleştirdiği çalışmada boyutları 43-125 µm aralığında değişen mikroplastiklerin %95,3 oranında giderildiği, bu oranın daha büyük boyuttaki mikroplastikler için maksimum %80 olduğu belirlenmiştir. Lee & Kim, (2018) ise 106 – 300 µm boyut aralığında mikroplastiklerin flok ve biyofilm oluşumuna bağlı olarak daha büyük boyuttaki mikroplastiklere kıyasla daha yüksek oranda giderildiği belirtmiştir.

İleri atıksu arıtma metotları ile mikroplastik giderimi: Dünya genelinde entegre atıksu deşarj standartlarında yaşanan güncellemeler nedeniyle atıksu arıtma tesisleri için alternatif oluşturacak prosesler üzerine yapılan çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Bu proseslerin başında da membran biyo-reaktör (MBR) gelmektedir (Brepols vd., 2008). MBR sistemlerinde genellikle gözenek boyutu 0,1-50 µm aralığında değişen mikrofiltrasyon (MF) veya 0,001–0,1 µm arasında değişen ultrafiltrasyon (UF) membranlar kullanılmaktadır (Zhang vd., 2020).

Tablo 1. Farklı arıtma proseslerinin mikroplastik giderim verimi kıyaslamaları.
Table 1. Comparison of microplastic removal efficiency of different treatment processes.

Ülke	Giriş MPs/L	Çıkış MPs/L	Giderim Verimi	Debi ($\times 10^5 \text{ m}^3 \cdot \text{gün}^{-1}$)	Arıtma Basamağı	Kaynak
Almanya	-	5,9	-	0,1	İkincil	Wolff vd., 2019
Almanya	-	2,14	-	$6,3 \times 10^4$	Üçüncül	Wolff vd., 2021
Amerika	-	0,023	-	2,16	İkincil	Dyachenko vd., 2017
Avustralya	0,76	$2,8 \times 10^{-1}$ - 1,54	66-90	4600	Üçüncül	Ziajahromi vd., 2017
Avustralya	11,8	2,76	76,6	$4,8 \times 10^4$	İkincil	Raju vd., 2020
Çin	6,55	0,59	91	1,2	İkincil	Long vd., 2018
Çin	79,9	28,4	64,4	0,2	İkincil/Üçüncül	Lv vd., 2019
Danimarka	7827	120,3	98,5	7670	İkincil	Simon vd., 2018
Finlandiya	6,9	5×10^{-3} - 3×10^{-1}	40-99,9	-	Üçüncül	Talvitie vd., 2017
Fransa	244	2,84	98,8	0,8	Üçüncül	Kazour vd., 2019
Güney Kore	5840	66	99	0,21	Üçüncül	Hidayaturrahm & Lee, 2019
Hollanda	5-220	20-225	72	432	Üçüncül	Leslie vd., 2017
Hong Kong	-	0,27-0,4	60,4-86,9	0,83-18,31	İkincil	Ruan vd., 2019
Hong Kong	10,36	-	-	$9,3 \times 10^4$	İkincil	Cao vd., 2020
İngiltere	7011	15,7	99,8	$3,1 \times 10^4$	İkincil	Horton vd., 2021
Iran	12,67	0,42	-	0,22	İkincil	Alavian Petroody vd., 2020
Iran	9,2	0,58	93,7	$2,9 \times 10^4$	İkincil	Takdastan vd., 2021
İspanya	-	0,44	-	0,4	İkincil	Alvim vd., 2020
İspanya	-	12,8	-	$4,5 \times 10^4$	İkincil	Edo vd., 2020
İsrail	64,78	1,97	97	3×10^4	Üçüncül	Ben-David vd., 2021
İsviçre	533	4	99,2	$3,7 \times 10^5$	Üçüncül	Rasmussen vd., 2021
İtalya	2,5	0,4	-	4,0	Üçüncül	Magni vd., 2019
İtalya	1,8	0,2	88,9	$1,8 \times 10^4$	İkincil	Pittura vd., 2021
Kanada	31,1	5×10^{-1}	99	5,49	İkincil	Gies vd., 2018
Kanada	-	1,76	-	8×10^7	İkincil	Prajapati vd., 2021
Polonya	195,78	0,34	99,8	0,15	-	Wiśniowska vd., 2018
Slovenya	-	21,7	-	-	İkincil	Kalcikovaa vd., 2017
Tayland	12,2	2	83,6	$1,3 \times 10^5$	İkincil	Hongprasith vd., 2020
Türkiye	3,1	1,6	48	1,5	Üçüncül	Akarsu vd., 2020
Türkiye	2,6	0,7	73	0,12	İkincil	Akarsu vd., 2020

Baresel vd., (2019) gerçekleştirdiği çalışmada UF ile mikroplastik giderimi %100 olarak belirlemişlerdir. Talvitie vd., (2017) gerçekleştirdiği çalışmada da birincil arıtmadan çıkan sudaki mikroplastiklerin MBR prosesi ile %99,9 oranında giderildiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada MBR'ın işletilmediği yerine aktif çamur prosesi sonrasında hızlı kum filtresi veya disk filtre kullanıldığı şartlarda giderim oranının maksimum %98,5 olduğu tespit edilmiştir. Yine benzer bir proses kıyaslaması da Lares vd., (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Giriş atıksuyunda mikroplastik konsantrasyonunun MBR prosesi ile $57600 \text{ MP} \cdot \text{m}^{-3}$ 'ten $400 \text{ MP} \cdot \text{m}^{-3}$ 'e düşürüldüğü klasik aktif çamur prosenin ise ancak $1000 \text{ MP} \cdot \text{m}^{-3}$ 'e düşürülebildiği raporlanmıştır. Tabii bu araştırmacılar için yeni bir endişenin kaynağı olmuştur. Çünkü MBR'lar daha büyük boyuttaki partikülleri tutarken çok daha küçük boyuttaki partiküllerin deşarjını direkt alıcı ortama mümkün kılmaktadır (Ogonowski vd., 2018).

Mikroplastik tutma verimi araştırılan diğer bir proses ise elektrokoagülasyon (EC)'dir. EC, konvansiyonel koagülasyon ve aktif çamur prosesinde kullanılan kimyasallara veya mikroorganizmalara dayanmayan basit bir atık su arıtma prosesi olarak tanımlanabilmektedir (Shen vd., 2018). Birçok kirleticinin atıksudan giderilmesi sürecinde başarıyla uygulanmıştır (Chou vd., 2010; Weisbart vd., 2020). Proses sürecinde aynı anda hem çöktürme hem de yüzdürme ile kirletici giderimi mümkün olduğu için mikroplastik gideriminde de oldukça başarılı sonuçlar tespit edilmiştir. Bu bağlamda

gerçekleştirilen çalışmalarda; Perren vd., (2018) mikroplastik gideriminin %99,24'e ulaştığını bildirmişlerdir. Shen vd., (2022) tarafından yapılan çalışmada polipropilen için %99,9 giderim verimi raporlamıştır. Benzer bir çalışma, elektrokoagülasyon ve membran filtrasyon proseslerin entegre edilerek mikroplastik giderim veriminin belirlenmesi üzerine gerçekleştirilmiş ve %100 giderim verimi elde edilmiştir (Akarsu vd., 2021).

Araştırmalar özellikle küçük boyuttaki mikroplastiklerin atıksudan uzaklaştırılmasında manyetik ekstraksiyonun umut verici olduğu ifade etmektedir. Demir bazlı nanopartiküllerin kullanıldığı süreçte mikroplastikleri ortamdan uzaklaştırmak için manyetik çekim kuvvetinden yararlanılmaktadır. Hidrofobik nanopartikül üzerinde plastiklerin bağ oluşturabileceği bir moleküler yapı oluşturulmakta ve manyetik çekim kuvveti ile nanopartikül ile birlikte ortamdan uzaklaştırılmaktadır. İlk sonuçlar 10-20 μm boyut aralığındaki mikroplastiklerin %92'sinin giderildiğini göstermektedir (Dey vd., 2021). Bu proses özellikle küçük boyutta mikroplastik içeren atıksular için umut vaat edici sonuçlar sunmaktadır.

Mikroplastiklerin sucul ekosistemlerdeki bolluğu üzerine yapılan tespitlerden sonra, biyolojik olarak degradasyonu üzerine daha spesifik çalışmaları beraberinde getirmiştir. Çalışmalardan ilki Russell vd., (2011) tarafından gerçekleştirilmiş ve Portekiz kıyılarında oldukça yaygın olan *Zalerion maritimum* ortamdan soyutlanarak laboratuvar ortamında mikroplastik

degradasyon verimi araştırılmıştır. Ön sonuçlar mikroplastiklerin %43'ünü giderebildiği yönündedir. Benzer şekilde çalışmalar mikroalg ve bakteriler için de denemiş olsa da denemeler mikro ölçekte kalmıştır (Gong vd., 2018; Moog vd., 2019). Bununla birlikte, var olan proseslerin modifikasyonu da diğer bir alternatif oluşturmaktadır. Bu amaçla Liu vd. (2020) ikincil arıtım sürecinde diğer kirleticiler ile birlikte mikroplastik gideriminin de sağlanması amacıyla özel bir biofiltre geliştirmişlerdir. Altı farklı katmandan oluşan bu yeni biofiltre standartlarına göre %79 daha fazla mikroplastik giderebildiği tespit edilmiştir.

Tüm bu detaylar ile birlikte mikroplastik giderim teknolojileri henüz gelişme aşamasındadır ve ticari ölçekte oluşturulmuş güvenilir bir arıtım metodu henüz geliştirilmemiştir. Günümüz şartlarında mevcut konvansiyonel metotlar yüksek olarak değerlendirilebilecek giderim verimlerine rağmen çok miktarda MP çıkış suları ile birlikte alıcı ortama verilmektedir. Bununla birlikte konvansiyonel proseslerin sebep olabileceği ikincil mikroplastik kaynakları hakkında henüz yeterince bilgi birikimi oluşmamıştır. Yukarıda belirtilen metotlardan biyolojik olarak degradasyon gerçek ölçekli uygulanabilmesi için oldukça yavaştır dolayısıyla mikroplastiklerin kimyasal olarak degradasyonu üzerine çalışmalarda artış olması gerekmektedir. Ayrıca manyetik ekstraksiyon ve koagülasyon gibi kimyasal süreçler umut verici sonuçlar sunuyor olsa da kullanımları oldukça sınırlı olabilmektedir. Dolayısıyla hibrit arıtma teknolojileri şeklinde kullanılmalarına ihtiyaç vardır. Bunun için en öne çıkan metot membran filtrasyon olsa da bu proses kendi içerisinde yüzey yükü, membran malzemesi, transmembran basıncı gibi olumsuz etkenler nedeniyle daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. İleri atıksu arıtma prosesleri ile mikroplastik gideriminin değerlendirilmesi.

Figure 4. Evaluation of microplastic removal by advanced wastewater treatment processes.

Geleceğe yönelik ihtiyaçlar: Temel giderim mekanizmaları eski olsa da granüler aktif çamur prosesi atıksu arıtımında kullanımında artış göstermektedir. Granüler aktif çamur prosesi yüksek biyokütle ihtiva etmesinden dolayı organik gideriminde oldukça başarılıdır (Li vd., 2019). Bununla birlikte proses gideriminde hücre dışı polimerik madde temel rol oynamaktadır. Bu da

makalenin üst metninde tartışıldığı üzere mikroplastiklerin çamur içerisinde birikime uğraması ile giderimini mümkün kılmaktadır. Granüler aktif çamur prosesi ile mikroplastik giderimi üzerine herhangi bir çalışma gerçekleştirilmemiş olsa da, mikroplastik varlığının organik ve azot giderimi üzerine etkisi araştırılmış ve çamur yapısına zarar verdiği için giderim veriminin belirli oranda düştüğü belirlenmiştir (Qin vd., 2020; Zhao vd., 2020). Bazı çalışmalar spesifik mikroorganizma kullanımı nedeniyle ANAMMOX prosesi ile mikroplastik gideriminin önemine de vurgu yapmaktadır (Zhang vd., 2020). Bu yönde araştırmacıların daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte çalışmaların birbirleri ile kıyaslanabilmesi için mikroplastik örnekleme ve karakterizasyon süreçlerinin standardize edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada güncel literatür araştırmalarına yer verilmiş olmakla birlikte, literatürdeki araştırmaların belirli boyutlar özelinde çalışmaları gerçekleştirdiği görüşmüş, 50 m'den küçük mikroplastiklerin mevcudiyetinin belirlenmesi üzerine daha çok çalışma yapılması gerektiği görülmektedir. Bu sayede daha küçük boyuttaki mikroplastiklerin diğer kirleticiler ile etkileşimleri üzerine de daha belirgin sonuçlara varılabilecektir. Mikroplastiklerin diğer kirleticiler ile olan etkileşimleri ve ekosistem sağlığı üzerine etkileri belirsizliğini korumaktadır. Hâlihazırda hem atıksu arıtma tesisi basamaklarında hem de çamurda bulunan mikroplastik bolluğu üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiş olsa da metotların standardizasyonu sonucu ortak bir sonuç elde edebilmek adına tekrardan gerçekleştirilmesine ihtiyaç duyulacaktır. Bu aynı zamanda süregelen kirliliğin takibine de imkân sağlayacaktır.

Arıtma tesisleri giriş, çıkış ve ara basamaklarındaki mikroplastik bolluğu üzerine araştırmalar devam etmekle birlikte proses sürecinde mikroplastiklerin parçalanarak ikincil mikroplastik oluşma potansiyeli üzerine araştırmalar oldukça azdır. Ayrıca proses içerisinde mikroplastik bolluğunun diğer kirleticilerin giderim verimine olan etkisi de belirsizliğini korumaktadır. Bu doğrultuda gerçekleştirilecek çalışmalar sürecin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

SONUÇ

Yapılan çalışmalar atıksu arıtma tesislerinin mikroplastik giderim verimini etkileyen birçok faktör olduğunu ortaya koymuştur. Bu faktörlere bağlı olarak bazı ülkelerin atıksu arıtma tesislerindeki arıtım prosesleri %99 verime ulaşıyor olsa da büyük bir çoğunluğu bu verimi yakalayamamaktadır. Dolayısıyla literatür araştırmalarında belirtildiği üzere her gün milyarlarca mikroplastik alıcı ortamlara deşarj edilmektedir.

Birincil arıtım sürecinde mikroplastığın büyük bir çoğunluğunun gideriliyor olsa da araştırmalar, verimin

kritik seviyelerde başarılı olmasını koagülasyon/flokülasyon, membran filtrasyon ve dezenfeksiyon gibi üçüncül arıtım basamaklarının sağladığını raporlamaktadır. Proses iyileştirme veya yeni yapılan arıtma tesisi proseslerine dahil edilebilecek alternatif arıtma proseslerinin mikroplastik giderim veriminin belirlenmesi üzerine laboratuvar ölçekli deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiş ve bir çoğunda %95 ile %100 aralığında giderim verimi tespit edilmiştir. Laboratuvar ölçekli sonuçlar membran prosesinin mikroplastik gideriminde oldukça başarılı olabileceğini gösteriyor olsa da gerçek ölçekli tesis verileri bu konuda bazı belirsizliklerin oluşmasına sebep olmaktadır (Akarsu vd., 2021). Bu nedenle çalışmaların pilot ölçekli gerçekleştirilmesi verilerin temsil edebilirliği açısından önem arz etmektedir.

Bununla birlikte bu proseslerde mikroplastikler fiziksel olarak tutulduğu için raporların birçoğunda aslında gerçekleştirilen çöktürme, yüzdürme, adsorpsiyon ve filtrasyon gibi süreçlerin kirleticinin sudan uzaklaştırılıp çamur içerisinde hapsedildiğini vurgulamaktadır. Mikroplastiklerin tek başına çamur çürütme üzerinde olumsuz etkisinin olmadığı belirlenmiş olsa da yapısında toksik bileşenler bulundurması nedeniyle bu çamurun yönetilmesi konusunda bazı sıkıntılar yaşanabileceği öngörülmekte ve bu konuda çalışmalar yapılmaya devam edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akarsu, C., Kumbur, H., Gökdag, K., Kideys, A.E. & Sanchez-Vidal, A. (2020).** Microplastics composition and load from three wastewater treatment plants discharging into Mersin Bay, north eastern Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **150**, 110776.
- Akarsu, C., Kumbur, H. & Kideys, A.E. (2021).** Removal of microplastics from wastewater through electrocoagulation-electroflotation and membrane filtration processes. *Water Science and Technology*, **84**(7), 1648-1662.
- Akdogan, Z. & Guven, B. (2019).** Microplastics in the environment: A critical review of current understanding and identification of future research needs. *Environmental Pollution*, **254**, 113011.
- Alavian Petroody, S.S., Hashemi, S.H. & van Gestel, C.A.M. (2020).** Factors affecting microplastic retention and emission by a Wastewater treatment plant on the southern coast of Caspian Sea. *Chemosphere*, **261**, 128179.
- Álvarez-Lopezello, J., Robles, C. & del Castillo, R.F. (2021).** Microplastic pollution in neotropical rainforest, savanna, pine plantations, and pasture soils in lowland areas of Oaxaca, Mexico: Preliminary Results. *Ecological Indicators*, **121**.
- Baresel, C., Harding, M. & Fang, J. (2019).** Ultrafiltration/Granulated active carbon-biofilter: efficient removal of a broad range of micropollutant. *Applied Sciences*, **9**, 710.
- Barnes, D.K.A., Galgani, F., Thompson, R.C. & Barlaz, M. (2009).** Küresel ortamlarda plastik döküntülerin birikmesi ve parçalanması. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **364**, (1526).
- Ben-David, E.A., Habibi, M., Haddad, E., Hasanin, M., Angel, D.L., Broth, A.M. & Sabbah, I. (2021).** Microplastic distributions in a domestic wastewater treatment plant: Removal efficiency, seasonal variation and influence of sampling technique. *Science and the Total Environment*, **752**, 141880.
- Blackburn, K. & Green, D. (2021).** The potential effects of microplastics on human health: what is known and what is Unknown, *Ambio*.
- Brepols, C., Dorgeloh, E., Frechen, F.B., Fuchs, W., Haider, S., Joss, A., de Korte, K., Ruiken, C., Schier, W., van der Roest, H., Wett, M. & Wozniak, T. (2008).** Upgrading and retrofitting of municipal wastewater treatment plants by means of membrane bioreactor (MBR) technology. *Desalination*, **231** (1), 20-26.
- Carr, S.A., Liu, J. & Tesoro, A.G. (2016).** Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water Research*, **91**, 174-182.
- Chou, W., Wang, C., Chang, W. & Chang, S. (2010).** Adsorption treatment of oxide chemical mechanical polishing wastewater from a semiconductor manufacturing plant by electrocoagulation. *Journal of Hazardous Materials*, **180**, 217-224.
- Dey, T.K., Uddin, M.E. & Jamal, M. (2021).** Detection and removal of microplastics in wastewater: evolution and impact. *Environment Science Pollution Research*, **28**, 16925-16947.
- Edo, C., González-Pleiter, M., Leganés, F., Fernández-Piñas, F. & Rosal, R. (2020).** Fate of microplastics in wastewater treatment plants and their environmental dispersion with effluent and sludge. *Environment Pollution*, **259**, 113837.
- EU. (2019).** <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211027-2>
- Gong, J., Kong, T., Li, Y., Li, Q., Li, Z. & Zhang, J. (2018).** Biodegradation of microplastic derived from poly (ethylene terephthalate) with bacterial whole-cell biocatalysts. *Polymers*, **10**(12), 1326.
- Hidayaturrahman, H. & Lee, T.G. (2019).** A study on characteristics of microplastic in wastewater of South Korea: Identification, quantification, and fate of microplastics during treatment process. *Marine Pollution Bulletin*, **146**, 696-702.
- Hongprasith, N., Kittimethawong, C., Lertluksanaporn, R., Eamchotchawalit, T., Kittipongvises, S. & Lohwacharin, J. (2020).** IR microspectroscopic identification of microplastics in municipal wastewater treatment plants. *Environ. Science and Pollution Research*, **27**, 18557-18564.

- Gasperi, J., Wright, S.L., Dris, R., Collard, F., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V., Kelly, F.J., Tassin, B. (2018).** Microplastics in air: are we breathing it in?. *Current Opinion in Environmental Science and Health*, *1*, 1-5.
- Guo, J., Huang, X., Xiang, L., Wang, Y., Li, Y., Li, H., Cai, Q., Mo, C., & Wong, M., (2020).** Source, migration and toxicology of microplastics in soil. *Environment International*, *137*, 105263.
- Gündoğdu, S., Çevik, C., Güzel, E. & Kilercioğlu, S. (2018).** Microplastics in municipal wastewater treatment plants in Turkey: a comparison of the influent and secondary effluent concentrations. *Environmental Monitoring and Assessment*, *190*(11), 626.
- Kazour, M., Terki, S., Rabhi, K., Jemaa, S., Khalaf, G. & Amara, R. (2019).** Sources of microplastics pollution in the marine environment: Importance of wastewater treatment plant and coastal landfill. *Marine Pollution Bulletin*, *146*, 608-618.
- Lares, M., Ncibi, M.C., Sillanpää, M. & Sillanpää, M. (2018).** Occurrence, identification and removal of microplastic particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology. *Water Research*, *133*, 236-246.
- Lebreton, L. Slat, B. Ferrari, F. Sainte-Rose, B. Aitken, J. Marthouse, R. Hajbane, S. Cunsolo, S., Schwarz, A., Levivier, A., Noble, K., Debeljak, P., Maral, H., Schoeneich-Argent, R., Brambini, R. & Reisser, J. (2018).** Evidence that the great pacific garbage patch is rapidly accumulating plastic. *Scientific Reports*, *8*(1), 4666.
- Lee, H. & Kim, Y. (2018).** Treatment characteristics of microplastics at biological sewage treatment facilities in Korea. *Marine Pollution Bulletin*, *137*, 1-8.
- Leslie, H.A., Brandsma, S.H., van Velzen, M.J.M. & Vethaak, A.D. (2017).** Microplastics en route: field measurements in the Dutch river delta and Amsterdam canals, wastewater treatment plants, North Sea sediments and biota. *Environment International*, *101*, 133-142.
- Li, D., Zhang, S., Li, S., Zeng, H. & Zhang, J. (2019).** Aerobic granular sludge operation and nutrients removal mechanism in a novel configuration reactor combined sequencing batch reactor and continuous-flow reactor. *Bioresource Technology*, *292*, 122024.
- Liu, X., & Wang, J. (2020).** Algae (*Raphidocelis subcapitata*) mitigate combined toxicity of microplastic and lead on *Ceriodaphnia dubia*. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, *14*, 97.
- Liu, F., Nord, N.B., Bester, K. & Vollertsen, J. (2020).** Microplastics removal from treated wastewater by a biofilter. *Water*, *12*(4), 1085.
- Liu, Y., Shao, H., Liu, J., Cao, R., Shang, E., Liu, S. & Li, Y. 2021.** Transport and transformation of microplastics and nanoplastics in the soil environment: A critical review, *Soil use and management*, *37*(2), 224-242.
- Long, Z., Pan, Z., Wang, W., Ren, J., Yu, X., Lin, L., Lin, H., Chen, H. & Jin, X. (2019).** Microplastic abundance, characteristics, and removal in wastewater treatment plants in a coastal city of China. *Water Research*, *155*, 255-265.
- Lu, L., Wan, Z., Luo, T., Fu, Z. & Jin, Y., 2018.** Polystyrene microplastics induce gut microbiota dysbiosis and hepatic lipid metabolism disorder in mice. *Science of the Total Environment*, *631*, 449-458.
- Lv, X., Dong, Q., Zuo, Z., Liu, Y., Huang, X. & Wu, W.M. (2019).** Microplastics in a municipal wastewater treatment plant: Fate, dynamic distribution, removal efficiencies, and control strategies. *Journal of Cleaner Production*, *225*, 579-586.
- Magni, S. Binelli, A. Pittura, L. Avio, C. G. Della Torre, C. Parenti, C. C. Gorbi S. & Regoli, F. (2019).** The fate of microplastics in an Italian Wastewater Treatment Plant. *Science of the Total Environment*, *652*, 602-610.
- Magnusson, K. & Norén, F. (2014).** Screening of microplastic particles in and down-stream a wastewater treatment plant, Swedish Environmental Research Institute.
- Moog, D., Schmitt, J., Senger, J., Zarzycki, J., Rexer, K.H., Linne, U., Erb, T. & Maier, U.G. (2019).** Using a marine microalga as a chassis for polyethylene terephthalate (PET) degradation. *Microb Cell Factories* *18*(1), 171.
- Murphy, F., Ewins, C. & Carbonnier, F. (2016).** Wastewater Treatment Works (WwTW) as a source of microplastics in the aquatic environment. *Environment Science and Technology*, *50*(11), 5800-5808.
- NG, (2021).** <https://www.nationalgeographic.org/article/whopping-91-percent-plastic-isnt-recycled/>
- Okoffo, E.D., O'Brien, S., O'Brien, J.W., Tscharke, B.J. & Thomas, K.V. (2019).** Wastewater treatment plants as a source of plastics in the environment: a review of occurrence, methods for identification, quantification and fate. *Environmental Science: Water Research & Technology*, *5*(11), 1908-1931.
- Ogonowski, M., Gerdes, Z. & Gorokhova, E. (2018).** What we know and what we think we know about microplastic effects – a critical perspective. *Current Opinion in Environmental Science and Health*, *1*, 41-46.
- PA. (2018).** Avrupa plastik üretimi, talebi ve atık verilerinin analizi, <http://www.plasticseurope.org/Document/plastics---the-facts-2016.aspx>
- Perren, W. Wojtasik, A. & Cai, Q. (2018).** Removal of microbeads from wastewater using electrocoagulation. *ACS Omega*, *3*(3), 3357-3364.
- Pittura, L., Foglia, A., Akyol, Ç., Cipolletta, G., Benedetti, M., Regoli, F., Eusebi, A.L., Sabbatini, S., Tseng, L.Y., Katsou, E., Gorbi, S. & Fatone, F. (2021).** Microplastics in real wastewater treatment schemes: Comparative

- assessment and relevant inhibition effects on anaerobic processes. *Chemosphere*, **262**, 128415.
- Prajapati, S., Beal, M., Maley, J. & Brinkmann, M. (2021).** Qualitative and quantitative analysis of microplastics and microfiber contamination in effluents of the City of Saskatoon wastewater treatment plant. *Environmental Science and Pollution Research*, **28**, 32545–32553.
- Qin, R., Su, C., Liu, W., Tang, L., Li, X., Deng, X., Wang, A. & Chen, Z. (2020).** Effects of Exposure to Polyether Sulfone Microplastic on the Nitrifying Process and Microbial Community Structure in Aerobic Granular Sludge. *Bioresource Technology*, 122827.
- Raju, S., Carbery, M., Kuttykattil, A., Senthirajah, K., Lundmark, A., Rogers, Z., SCB, S., Evans, G. & Palanisami, T. (2020).** Improved methodology to determine the fate and transport of microplastics in a secondary wastewater treatment plant. *Water Research*, **173**, 115549.
- Rasmussen, L.A., Iordachescu, L., Tumlin, S. & Vollertsen, J. (2021).** A complete mass balance for plastics in a wastewater treatment plant—Macroplastics contributes more than microplastics. *Water Research*, **201**, 117307.
- Ross, P.S., Chastain, S., Vassilenko, E. Etemadifar, A., Zimmermann, S., Quesnel, S.A., Eert, J., Solomon, E., Patankar, S., Posacka, A.M. & Williams, B. (2021).** Pervasive distribution of polyester fibres in the Arctic Ocean is driven by Atlantic inputs. *Nature Communications*, **12**, 106.
- Russell, J.R., Huang, J., Anand, P., Kucera, K., Sandoval, A.G., Dantzler, K.W., Hickman, D., Jee, J., Kimovec, F.M. & Koppstein, D. (2011).** Biodegradation of polyester polyurethane by endophytic fungi. *Applied and Environmental Microbiology*, **77**(17), 6076–6084.
- Shen, M., Song, B., Zhu, Y., Zeng, G., Zhang, Y., Yang, Y., Wen, X., Chen, M. & Yi, H. (2020).** Removal of microplastics via drinking water treatment: current knowledge and future directions. *Chemosphere*, **251**, 126612.
- Shim, W. & Thompson, R. (2015).** Microplastics in the ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **69**(3), 265–268.
- Simon, M., van Last, N. & Vollertsen, J. (2018).** Quantification of microplastic mass and removal rates at wastewater treatment plants applying Focal Plane Array (FPA)-based Fourier Transform Infrared (FT-IR) imaging. *Water Research*, **142**, 1–9.
- Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M.C. & Ni, B.J. (2019).** Microplastics in wastewater treatment plants: detection, occurrence and removal. *Water Research*, **152**, 21–37.
- Takdastan, A., Niari, M.H., Babei, A., Dobaradaran, S., Jorfi, S. & Ahmadi, M. (2021).** Occurrence and distribution of microplastic particles and the concentration of Di 2-ethyl hexyl phthalate (DEHP) in microplastics and wastewater in the wastewater treatment plant. *Journal of Environmental Management*, **280**, 111851.
- Talvitie, J. Mikola, A. Koistinen, A. & Setälä, O. (2017).** Solutions to microplastic pollution – removal of microplastics from wastewater effluent with advanced wastewater treatment Technologies. *Water Research*, **123**, 401–407.
- Wagner, S. Hüffer, T. Klöckner, P. Wehrhahn, M. Hofmann, T. & Reemtsma, T. (2018).** Tire wear particles in the aquatic environment—a review on generation, analysis, occurrence, fate and effects. *Water Research*, **139**, 83–100.
- Weisbart, C., Raghavan, S., Muralidharan, K. & Potter B.G. (2020).** Feasibility of removal of graphene oxide particles from aqueous suspensions by DC/AC electrocoagulation. *Journal of Water Process Engineering*, **36**, 101249.
- Wisniewska, E., Moraczewska-Majkut, K. & Noco'n, W. (2018).** Efficiency of microplastics removal in selected wastewater treatment plants—Preliminary studies. *Desalination and Water Treatment*, **134**, 316–323
- Wolff, S., Kerpen, J., Prediger, J., Barkmann, L. & Müller, L. (2019).** Determination of the microplastics emission in the effluent of a municipal waste water treatment plant using Raman microspectroscopy. *Water Research X*, **2**, 100014.
- Wolff, S., Weber, F., Kerpen, J., Winklhofer, M., Engelhart, M. & Barkmann, L. (2021).** Elimination of microplastics by downstream sand filters in wastewater treatment. *Water*, **13**, 33.
- Vogelsang, C., Lusher, A.L., Dadkhah, M.E., Sundvor, I., Umar, M., Ranneklev, S.B., Eidsvoll, D. & Meland, S. (2018).** Microplastics in Road Dust—Characteristics, Pathways and Measures.
- Vollertsen, J., & Hansen, A. A. (2017).** Microplastic in Danish wastewater: Sources, occurrences and fate. The Danish Environmental Protection Agency. Environmental Project, 1906.
- Vuori, L. & Ollikainen, M. (2022).** How to remove microplastics in wastewater? A cost-effectiveness analysis. *Ecological Economics*, **192**, 107246.
- Yang, L., Zhang, Y., Kang, S., Wang, Z. & Wu, C. (2021).** Microplastics in freshwater sediment: a review on methods, occurrence, and sources. *Science of the Total Environment*, **754**, 141948.
- Zhang, X., Chen, J. & Li, J. (2020).** The removal of microplastics in the wastewater treatment process and their potential impact on anaerobic digestion due to pollutants association. *Chemosphere*, **251**, 126360.
- Zhao, L., Su, C., Liu, W., Qin, R., Tang, L., Deng, X., Wu, S. & Chen, M. (2020).** Exposure to polyamide 66 microplastic leads to effects performance and microbial community structure of aerobic granular sludge. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **190**, 110070.
- Ziajahromi, S. Neale, P. Rintoul, L. & Leusch, F. (2017).** Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: development of a new approach to sample wastewater-based microplastics. *Water Research*, **112**, 93–99.



The Economic Analysis of the Nigerian Fisheries Sector: A Review

Edafe ODIOKO Zehra Arzu BECER*

Akdeniz University, Faculty of Fisheries, Department of Basic Fisheries Sciences, Antalya, Turkey



Geliş/Received: 12.10.2021

Kabul/Accepted: 17.03.2022


Yayın/Published: 30.06.2022

How to cite: Odioko, E. & Becer, Z.A. (2022). The Economic Analysis of the Nigerian Fisheries Sector: A Review. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 216-226.

Atf yapmak için: Odioko, E. & Becer, Z.A (2022). Nijerya Balıkçılık Sektörünün Ekonomik Analizi: Bir İncelemesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 216-226.

 <https://orcid.org/0000-0001-7562-4203>
 <https://orcid.org/0000-0002-2793-4503>

***Corresponding author:**

Zehra Arzu BECER
Akdeniz University, Faculty of Fisheries,
Department of Basic Fisheries Sciences,
Antalya, Turkey
 abecer@akdeniz.edu.tr

Abstract: This review aimed to determine the economic implications on the dependence of fish and fishery products' importation of fish. The study was conducted based on information obtained from secondary sources. The fisheries sector is an essential aspect of the world economy sector in terms of employment, food security, enterprise development, foreign exchange earnings, livelihoods of many rural people and nutrition. Over 10% of the world population are economically dependent on fisheries as a source of employment, of which the majority are females. In Nigeria, over 1.477.651 people are reportedly engaged in the fisheries sector. The fisheries subsector contributed 1.09% to the national GDP in 2020 and 0.97% in the Q3 of 2021. The Nigerian fisheries sector is dependent on the artisanal fishers that produce over 74% of the nation's total domestic production. It is an indication that this sector is not well utilized and developed. Nigeria is the world's fourth-largest importer of fish products in terms of quantity. Nigeria imported and exported about \$876 million and \$106 thousand worth of frozen fish (excluding fish fillets and other fish meat) respectively in 2020, which makes Nigeria a net importer of fishery products. In 2019, a shortfall in fish supply of about 1.3 million metric tons was met through imports. Relevant figures indicated that the value of fish imports keeps increasing which has been attributed to the increasing growth rate of the Nigerian population. NBS reports showed that fish was one of the major food commodities with the highest imports bills. The implication of importation to meet the national fish demand ranges from health to socioeconomic impacts. The lack of attention in the fisheries sector is costing Nigeria the economic benefits this sector provides.


Keywords: Aquaculture, economic, exportation, fisheries, importation, production.

Nijerya Balıkçılık Sektörünün Ekonomik Analizi: Bir İncelemesi

Öz: Bu derleme, balık bağımlılığı ve su ürünleri ürünlerinin balık ithalatı üzerindeki ekonomik etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma ikincil kaynaklardan elde edilen bilgilere dayanılarak yapılmıştır. Balıkçılık sektörü, istihdam, gıda güvenliği, işletme geliştirme, döviz kazancı açısından dünya ekonomisi sektörünün önemli bir yönüdür ve birçok kırsal insanın geçim kaynakları ve beslenme açısından önemlidir. Dünya nüfusunun %10'undan fazlası ve çoğunluğu kadınların oluşturduğu bir istihdam kaynağı olarak balıkçılığa ekonomik olarak bağımlıdır. Nijerya'da 1477651'den fazla kişinin balıkçılık sektöründe çalıştığı bildirilmektedir. Balıkçılık alt sektörü, 2020'de ulusal GSYİH'ya %1,09 ve 2021'in üçüncü çeyreğinde %0,97 katkıda bulunmuştur. Nijerya balıkçılık sektörü, ülkenin toplam yerli üretiminin %74'ünden fazlasını üreten zanaatkar balıkçılara bağımlıdır. Bu sektörün yeterince kullanılmadığının ve gelişmediğinin bir göstergesidir. Nijerya, hacim bakımından dünyanın dördüncü en büyük balık ürünleri ithalatçısıdır. Nijerya, 2020'de sırasıyla yaklaşık 876 milyon dolar ve 106 bin dolar değerinde donmuş balık (balık filetosu ve diğer balık etleri hariç) ithal ve ihraç etmiştir ve bu da Nijerya'yı net su ürünleri ithalatçısı yapmaktadır. 2019 yılında yaklaşık 1,3 milyon mt balık arz açığı ithalat yoluyla karşılandı. İlgili rakamlar, Nijerya nüfusunun artan büyüme hızına atfedilen balık ithalatının değerinin artmaya devam ettiğini göstermiştir. NBS raporları, balığın en yüksek ithalat faturalarına sahip başlıca gıda ürünlerinden biri olduğunu gösterdi. Ulusal balık talebini karşılamak için ithalatın anlamı, sağlıktan sosyoekonomik etkilere kadar uzanmaktadır. Ulusal balık ihtiyacını karşılamak için ithalatın etkisi sağlıktan sosyoekonomik etkilere kadar uzanmaktadır. Balıkçılık sektöründeki ilgi eksikliği, Nijerya'ya bu sektörün sağladığı ekonomik faydalara mal olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Balıkçılık, ekonomi, ithalat, ihracat, su ürünleri yetiştiriciliği, üretim.

***Sorumlu yazar:**

Zehra Arzu BECER
Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü,
Antalya, Türkiye
 abecer@akdeniz.edu.tr

INTRODUCTION

Fisheries involve all the activities involved in producing fish and other aquatic resources for the basic purpose of providing human food, although other aims are possible (such as sport or recreational fishing) or obtaining ornamental fish or fish products such as fish oil (Fletcher et al., 2002). Commercial fisheries include wild fisheries and fish farms, both in freshwater (about 10% of all catch) and the oceans (about 90%). Over 10% of the world population are economically dependent on fisheries as a source of employment, of which most are women (OECD, 2020).

The world population is presently over 7.8 billion with a projection of about a 25% increase in the next 30 years which will make the world population 9.9 billion by 2050 (Population Reference Bureau, 2021). Nigeria, the 7th most populated country globally with a population of 211 million people makes up 2.64% of the global population (Population Reference Bureau, 2021). While the global population is projected to increase by 25% by 2050, Nigeria's population is projected to be 401.3 million (99.82% increase) by 2050 (Population Reference Bureau, 2021). This rapid increase in Nigeria and the world population in general, has led to high competition for natural resources, especially food resources. To attain global food security, the fisheries and aquaculture sector has been identified as an important sector (FAO, 2020). The Fisheries and aquaculture sector provides food for hundreds of millions of people around the world daily. While over half a billion is employed by the fisheries sector globally, over 1.477.651 people were reported to have been engaged in the fisheries sector of Nigeria in 2014 (FAO, 2021, WorldFish, 2022). Fishery production is significant to the Nigerian economy given its importance in providing a cheap source of food/nutrition security, income, employment and serves as a source of foreign exchange particularly those of the riverine communities (NBS, 2017)

Nigeria has a continental shelf area of 43,514 km² (Sea Around Us, 2016) and a continental coastline length of 853 km (Nwilo & Badejo, 2007), be it as it may, Nigeria is not utilizing its full fisheries resources potential. The fisheries sector contributed 1.09% GDP of the country's total GDP in the year 2020 and 0.9% in the Q3 of 2021 (NBS, 2022). Nigeria is considered a net importer of fishery products. In 2020, the county spent over \$876,081,485.00 million on the importation of frozen fish (excluding fish fillets and other fish meat) and only generated \$106,964.00 thousand in export (TrendEconomy, 2021). It is not a hidden fact that fish is a major source of animal proteins in the diet of most Nigerians, especially those living in rural areas. According to the Nigerian Minister of Agriculture and Rural Development, Nigeria's total fish production is estimated

at 1.123 million metric tonnes (Vanguard, 2021), to which marine catches contributed 36 per cent, inland waters catch contributed 33 per cent and aquaculture 31 per cent (FAO, 2021). Akinsorotan et al., (2019) reported that the yearly fish demand of Nigeria is about 2.1 million metric tons with Nigeria only able to meet up just about 38.1% of its fish needs and depends on imports to cover the shortfall of about 61.9% of its population need yearly. In 2021, the Nigerian Ministry of Agriculture and Rural Development put the fish demand of the country at 3.6 million metric tonnes of which the country only meet up about 31.19% and depends on importation to meet up the huge gap of about 68.80% (Vanguard, 2021). The foregoing necessitated this work, the economic analysis of the fisheries sector of Nigeria to determine the economic implications on the dependence of fishery products importation to meet the national fish need.

This study was conducted based on information obtained from secondary sources. All the data were obtained from the Food and Agriculture Organization (FAO), the Nigerian Bureau of Statistics, Nigeria Federal Ministry of Agriculture, scientific research articles and grey literature published in various forms (examples. peer-reviewed journals, periodicals and government gazettes). The information was obtained through the available online database by using the following keywords 'Nigerian fisheries resources', 'Fish exportation and importation', Fisheries and GDP, 'Commercial Fisheries', 'Aquaculture', 'Inland and Marine fisheries', 'Population growth', 'Per capita fish demand', were analysed and presented in tables and chats.

Fish Production in Nigeria: The estimated annual average per capita fish consumption for Nigeria is 13 Kg (Saweda, et al, 2020; FAO, 2021), although the Directorate of Agriculture and Rural Development – ECOWAS Commission, (2020) reported a lower estimate of 8.33 Kg. Fish remains an important dietary element for Nigeria, especially in the southern part of the country where fish is highly valued and one of the cheapest sources of animal protein available to many Nigerians (FAO, 2021). The fishery sector is 1.09% of the national GDP in 2020 and 0.97% in the Q3 of 2021 (NBS, 2021). DARD-ECOWAS Commission report 2020 on the Nigeria fishery sectors shows that between 2015 and 2020, 6,861,700 tonnes of fish had been produced. In the same report, the fishery sector tends to have done better in 2017 with the highest tonnes of fish produced of about 1,212,480 tonnes which comprise 17.67% of the total tonnes of fish produced within the years in considerations; the second-highest tonnes of fish produced were recorded in 2020 while the least was recorded in 2015 (DARD-ECOWAS Commission, 2020). The total amount of fish produced for each of the years in consideration is presented in Figure 1.

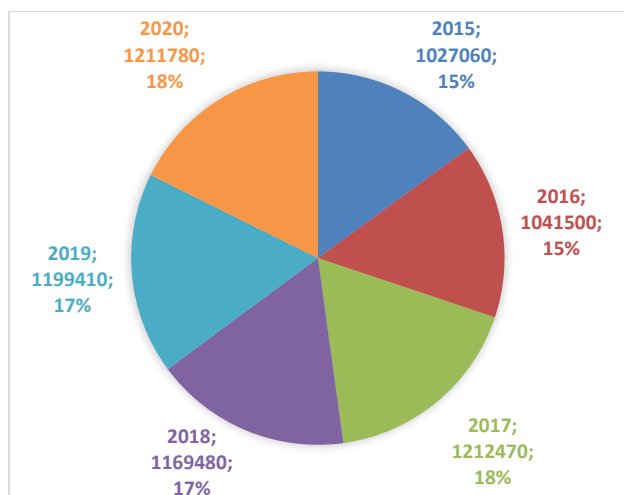


Figure 1. Tonnes of fish were produced in Nigeria from 2010 to 2015. (Source: DARD-ECOWAS Commission, 2020).

The artisanal small-scale fishers produced over 74.09% of Nigeria’s total domestic fish production from mainly coastal, inshore, creeks of the Niger Delta, lagoons, inland rivers, and lakes while aquaculture and industrial fisheries contributed only 24.91% and 1% respectively of the total fish produced in 2018 (Subasinghe et al, 2021) as shown in Figure 2. This is an indication that the Nigerian fish industry is not well utilized and developed. The small migratory Bonga (*Ethmalosa fimbriata*) is the principal catch (FAO, 2021). Some initial progress has been made in developing an industrial fisheries sector, but the fleet and infrastructure are ageing. According to the 2017 report on Nigeria’s fish production by the National Bureau of Statistics, out of 5.79 million tonnes of fish produced between 2010 and 2015 in Nigeria, industrial production of fish and shrimp was just 204,403 metric tons. As seen in Table 1 and Figure 3, when compared with fish production from the other sectors – artisanal and aquaculture, industrial fishing contributed only 4%.

The aquaculture sector is driven by the private sector, with feed and seed provided by private businesses. Owing to recent significant investments of private capital and a renewed political will to empower the private sector in aquaculture development, Nigeria is the largest aquaculture producer in Sub-Saharan Africa and this importance is steadily increasing (Machena & Moehl, 2001). From 6028 tonnes in 1980, aquaculture production has grown steadily to 325,550 tonnes in 2020 according to the government as shown in Figure 4 (DARD-ECOWAS Commission; FAO, 2021). This growth is expected as the population of Nigeria within the same time frame increased from 73.42 million in 1980 to 206.14 million in 2020 (The World Bank, 2022).

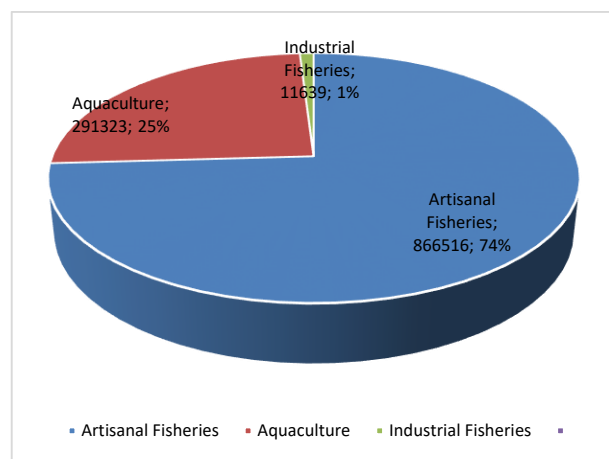


Figure 2. Contributions to Fish Production in Metric tons and percentage for the year 2018 (Subasinghe, 2021)

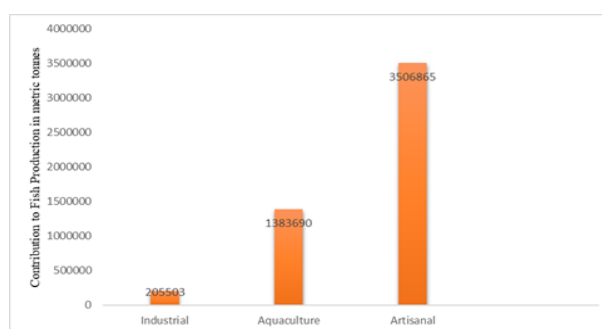


Figure 3. Contributions to fish production between 2010 and 2015 (Source, NBS, 2017)

The total production of fish from the aquaculture subsector started declining after 2015. In 2015, the production from aquaculture was 316,727 metric tons in the year 2019, it decreased to 289,543 metric tons (FAO, 2021) but increased again to 325550 tons in the year 2020 (DARD-ECOWAS Commission; FAO) while production from capture fisheries started to decline after 2017 as seen in Figure 5. When these figures are compared to the population growth from 2015 to 2019, a great disparity exists between growth in fish production and population. The decline in fish production from the aquaculture subsector is very alarming as the country need more fish production from the aquaculture subsector to augment the capture fishes from the wild in other to be able to meet the national fish need of its population.

The decline in the fish production in Nigeria, has a direct impact on the per capita fish supply in Nigeria. While the per capita fish consumption in the world have been on the increase since 1984 in the world, that of Nigeria have been on fluctuating and started to decrease in the year 2011. In 2011, the per capita fish consumption in the world was 18.9 Kg, that of Nigeria was 15.2 Kg while the per capita consumption of fish and fishery products for the world increased to 20.5 Kg in 2018 that of Nigeria reduced to 13 Kg (FAO, 2020, WorldFish, 2018).

Table 1. Fish Catch Per Sector (Source: NBS, 2017)

S/ No	Sectors		Year				
			2011	2012	2013	2014	2015
1	Artisanal	Coastal & Brackish Water	346,381	370,918	418,537	435,384	382,964
		Inland: Rivers & Lakes	292,105	297,836	326,393	324,444	311,903
		Sub-Total	638,486	668,754	744,930	759,828	694,867
2	Aquaculture	Sub-Total	221,128	253,898	278,706	313,231	316,727
3	Industrial (Commercial Trawlers)	Fish (Inshore)	19,736	27,977	37,652	29,237	10,727
		Shrimp (Inshore)	13,749	17,654	22,219	20,715	4,737
		EEZ	-	-	-	-	-
		Sub-Total	33,485	45,631	59,871	49,952	15,464
		Grand Total	893,099	968,283	1,083,507	1,123,011	1,027,058

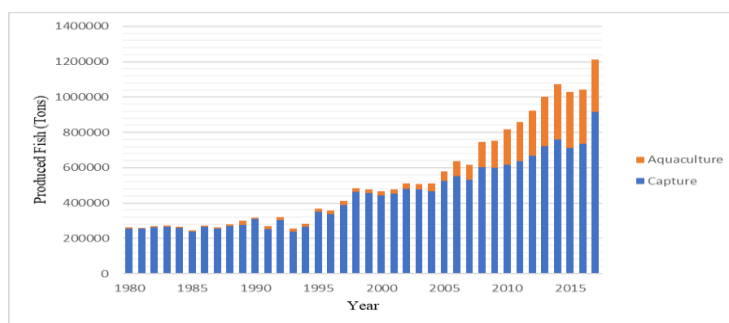


Figure 4. Total Capture and Aquaculture Production for the Federal Republic of Nigeria (Tonnes) from 1980 to 2015 (Source: FAO FishStat)

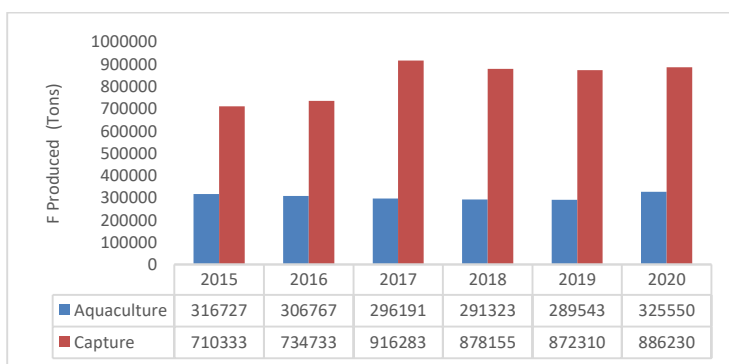


Figure 5. Total Capture and Aquaculture Production for the Federal Republic of Nigeria from 2015 to 2020 (Tonnes) (Source: DARD-ECOWAS Commission, 2020; FAO, 2021)

The fish production from Inland waters, Marine and aquaculture were almost equal in 2015 and 2016 while the highest production from the aquaculture sector was recorded in 2015. The highest production for Inland waters and Marine were recorded in 2017 (Figure 6)

Increased Fish Demand/Impacts of Fish Importation on the Nigeria Economy: Nigeria is the world’s fourth-largest importer of fish and fishery products in terms of volume (5.4% of global imports) after China, Japan, and the US, but only 23rd in value terms or 0.8% (Trademap, 2018). Angola, Democratic Republic of Congo, Cameroon, Ghana, Côte d’Ivoire, Egypt and Nigeria are fish and fishery products trade deficit countries with Nigeria alone importing an average of US\$ 1,245,394 worth of imports with a trade deficit >US\$750 million (AU-IBAR, 2018). Unlike imports, export volumes grew by some 5% annually between 1976 and 2008 while import values increased at a faster rate of close to 7% on average per year. With total fish imports amounting to about USD

1.2 billion and exports valued at USD 284 390 million in 2013, Nigeria is a net importer of fishery products (FAO, 2021).

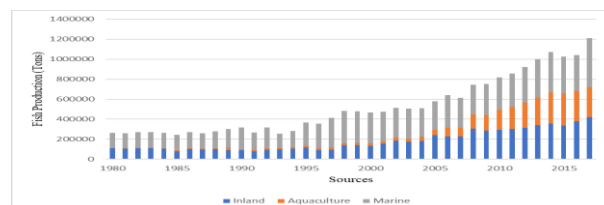


Figure 6. Comparison of production from Aquaculture, Inland, and Marine waters (Source, FAO, 2021).

According to Towers, (2014), Nigeria produces about 600,000 tons of fish annually from aquaculture and capture fisheries, but the country’s fish supply shortfall is about 900,000 million tons. Akinsorotan et al., (2019) reported a shortfall of about 1.3 million tons in the fish supply of Nigeria. Although WorldFish, (2018) put the domestic production of fish in Nigeria at 1 million metric

tons and a shortfall of about 800,000 metric tons. The gap in fish supply is met through imports of mainly mackerel, herring, horse mackerel, croaker, and blue whiting (sourced via capture fisheries) from Europe, Latin America, and Asian countries. The imports increased \$480.2million from \$789.74million to \$1.27billion between 2019 and 2020 giving a 38 per cent increase in fish and fishery products importation into the Country (Dauada, 2021).

Nigeria’s top 5 suppliers of fish and fish products in the year 2020 were Russia (\$253.6 million), Netherlands

(\$212.02 million), Chile (\$138.7million), Iceland (\$100.2 million), Norway (\$92.3 million). Nigeria's top supply of fish and fish products in Africa in the year 2020 was Mauritania with a supply worth of \$53.3million (Dauada, 2021).

The relevant figures indicated that the value of fish imports keeps increasing and this has been attributed to the increasing growth rate of the Nigerian population and the need to meet up with the country's present per capita fish demand of 13.3 Kg according to WorldFish, (2022) (Table 2).

Table 2. Fish supply-demand and population projection for Nigeria (2010-2025)

Year	Projected Population (million)	Projected Fish Demand (Mt)	Projected Domestic Fish Production (Mt)	Projected Fish Importation (Mt)	Projected Total Fish Consumption	% Fish Supply Gap Deficit
2010	158,503,200	3,020,000	817,520	1,330,690	2,147,910	28.88
2011	162,805,080	3,110,000	856,610	1,589,400	2,423,600	22.07
2012	167,228,790	3,211,000	922,650	1,083,210	1,996,590	37.80
2013	171,765,820	3,320,000	1,000,060	868,040	1,804,530	45.65
2014	176,404,930	3,420,000	1,073,060	991.02	2,064,040	39.65
2015	181,137,450	3,280,000	1,027,060	866,980	1,890,980	42.35
2016	185,960,240	3,380,000	1,041,500	593,710	1,635,210	51.62
2017	190,873,240	3,490,000	1,212,470	466,930	1,679,400	51.88
2018	195,874,680	3,610,000	1,169,480	582,390	1,751,870	51.47
2019	201,042,520	3,730,000	1,199,410	484,280	1,683,680	54.86
2020	206,310,940	3,850,000	1,211,780	506,140	1,717,840	55.38
2021	211,705,770	3,970,000	1,264,390	478,720	1,742,840	56.10
2022	217,235,370	4,100,000	1,287,470	484,320	1,771,210	56.80
2023	222,902,500	4,230,000	1,323,190	472,190	1,794,750	57.57
2024	228,713,570	4,370,000	1,355,980	475,560	1,831,100	58.10
2025	234,671,680	4,510,000	1,399,840	472,530	1,872,110	58.49

Sources: (FDF, 2018; DARD-ECOWAS Commission, 2020)

As shown in Figure 7, Nigeria accounted for 63% of the total value of fish and fishery products imported into the West Africa Region. The leading importers of fish and fishery products in West Africa in 2020 were Nigeria (leading with 63%), Ivory Coast (14%), Ghana (12%), Burkina Faso and Benin with 3% each. In terms of export from the West Africa Region to other parts of the world, Senegal was the leading exporter with 74%, followed by Cape Verde (7%), Ghana (6%), Sierra Leone with 4%. Nigeria which happened to be the leading importer of fish and fishery products in the region only contributed 3% to the total export of fish and fishery products from the region (Figure 8).

Global inland production was estimated at 12.02 million tons in 2018, of which Africa contributed about 3.0 million tonnes (Figure 9) this makes Africa a major importer and not an exporter. In 2018, Uganda displaced Nigeria as the leading inland capture producer country in Africa by producing 440,000 tonnes of inland fish compared to the 390,000 tonnes produced by Nigeria as presented in Figure 10 (FAO, 2020).

In the year 2010, Nigeria spent ₦97 billion (\$642,384,105) on fish and fish products importation at the exchange rate of \$1 to ₦151 (FMARD, 2011), this value rose to ₦125 billion (\$625,000,000) per annum on the

importation of 1.90 million metric tons of fish in 2015 (Agbo, 2015). In 2020 the import value of fish and fishery products was \$1.27 billion, and the importation value stood at ₦500 from

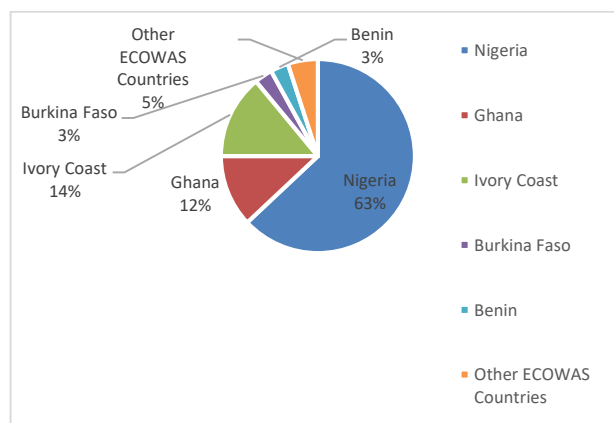


Figure 7. ECOWAS Region Share of total fish imports from the world in the year 2020 (DARD-ECOWAS Commission, 2020)

January to November 2021 (Dauada, 2021) despite all the endowed marine resources, rivers lakes, and creeks of the nation. The most affordable source of animal protein in Nigeria is frozen food and its consumption is increasing as the population of the country increase (International Trade Administration, U.S. Department of

Commerce, 2021). The country is a potential market for approximately 2.5 million metric tons of fish valued at \$3 billion (International Trade Administration, U.S. Department of Commerce, 2021). With these figures, Nigeria has been considered the largest consumer in Africa and among the largest fish consumer in the world with the largest fish and fish products importation in the developing world (FAO, 2021).

This means that money that is supposed to use to develop the fishery sector and other sectors of the Nigerian economy is being channelled to fish importation thereby slowing the economic growth of the nation.

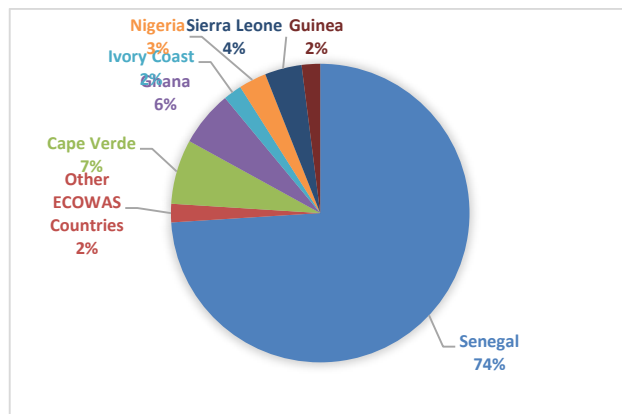


Figure 8. ECOWAS Region Share of total fish exports to the world in the year 2020 (DARD-ECOWAS Commission, 2020)

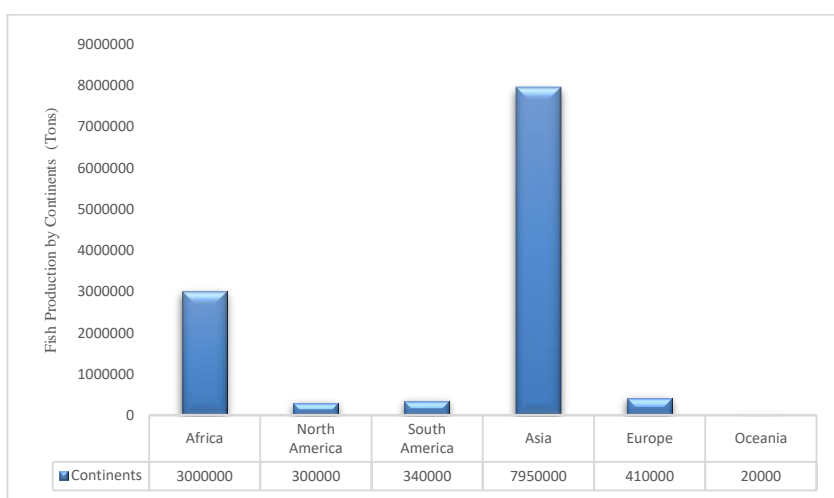


Figure 9. Inland capture fisheries production by continent in 2018 (FAO, 2020)

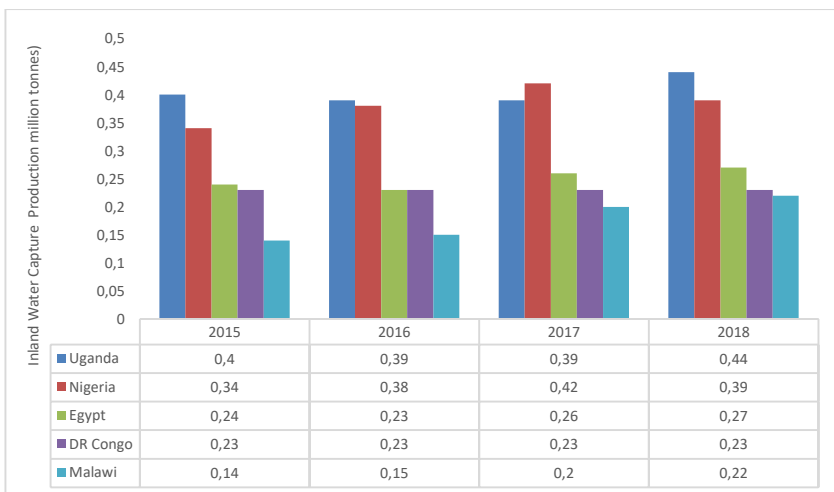


Figure 10. Africa Top 5 inland water capture producers (FAO, 2020)

The Impact of Fish Importation Nigeria: The impact of Fish importation can be viewed from two angles: Health Impact and Socioeconomic impacts:

Health Impact: Fish is the most susceptible to tissue decomposition and microbial spoilage because they begin to deteriorate as soon as they leave the water among all flesh foods. Therefore, a lot of imported fish are preserved

by freezing and applying preservatives such as sodium tripolyphosphate (also known as Pentasodium Triphosphate or STPP) and sodium benzoate (Oluwarore, 2018). These make fish and other seafood appear firmer, glossier, and smoother. It is generally assumed to be a safe product if used according to Good Manufacturing Practice (GMP), research by Ritz et. al., (2012) has revealed that

STPP is a health risk as it may harm normal renal function in the body and worsen the incidence of kidney diseases in humans. Since the release of this report, various health and food safety agencies have made calls for careful consideration and public education of the health impacts of these preservatives. Furthermore, in Nigeria, it has been reported severally that smugglers without an import license flood the market with contraband and compromised frozen fish through Nigeria’s porous land borders. It was being reported that smuggled fish products are very common in Nigeria due to oversight, importers avoiding import duty fees and corruption of some customs officers.

The president of Fishery Association of Nigeria Dr Ayinla as reported by Oluwarore, (2018) acknowledged these smuggling practices affirming that a lot of imported fish being sold in the market were smuggled. Most times, the smuggled fish may have been compromised such that they do not meet quality control standards in terms of production, storage, and quality. It may be that the fish were improperly stored, have passed storage time limits, or were stored with a counterfeit preservative like formalin. Selling such unhealthy fish for public consumption exposes Nigerian consumers to potential health problems.

Socioeconomic Impact: Nigeria imports about 45 per cent of its net domestic fish supply. Imported fish include pelagic fish such as mackerel, horse mackerel, hake, herring, blue-whiting, stockfish (dried cod) and stockfish heads from various exporting countries, such as Russia, Japan, Netherland, Denmark, Norway and China (Subsinghe et al., 2021). It is worth noting that while the money spent on the importation of frozen fish (excluding fish fillets and other fish meat) increased by 42.98% in 2020 when compared to 2019, the value of exportation of the same frozen fish decreased drastically by 78% as shown in Figure 11 (TrendEconomy, 2021).

Approximately 1.2 billion dollars was spent by the country on the importation of fish and fish products in the year 2020 (Dauada, 2021). While the export by the Nigerian fisheries sectors has been relatively stagnant, the import of fish and fish products is on the increase (Figure 12). By such a massive amount of money importing fish annually, Nigeria loses foreign exchange and continues to harm her economy. According to Dr Olaifa, “if this remarkable amount of money spent on importation could be channelled for internal trade within the local fish industry, it would bolster the industry’s efforts and generally boost our economy” (Oluwarore, 2018).

Importance of the Fishery Sector to National Development: The importance of the fishery sector to a nation’s development cannot be overemphasized. A nation with a robust fishery sector will have robust citizens which will, in turn, lead to a robust economy for the nation. The

following are some of the roles played by the fishery sector in the development of a nation.

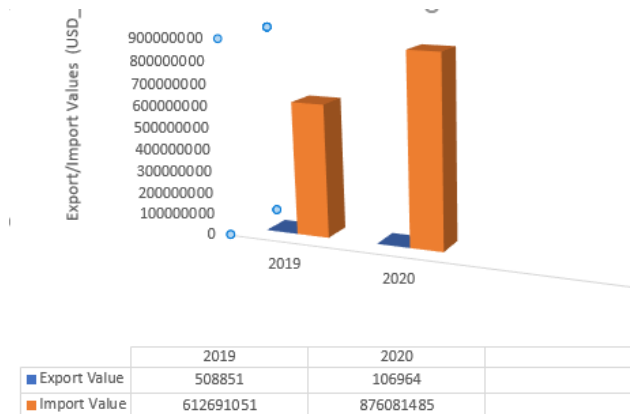


Figure 11. Nigeria frozen fish (excluding fish fillets and other fish meat) export/import values.

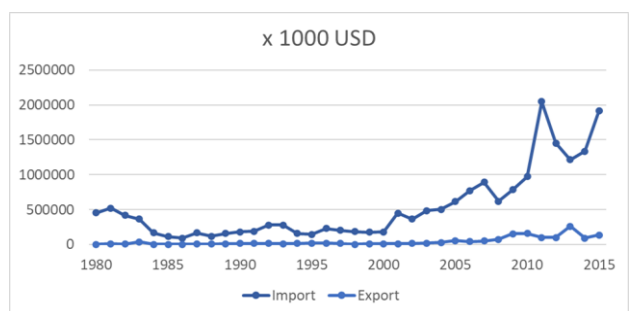


Figure 12. Total imports and exports of fish and fishery products for the Federal Republic of Nigeria (USD 1000) (Source: FAO FishStat, 2019).

Provision of Employment: As the world population increases, food production also increases to meet up with food demand, especially protein. This has led to an increase in fish production, thereby leading to a continuous increase in employment in the fisheries and aquaculture sector in many countries including Nigeria (Rabo et al., 2014). Many people had engaged in fishing and fish farming as a full-time occupation (Jim 2001). Employment in the primary capture fisheries and aquaculture production sector has remained relatively stable since 1995 and an estimated was estimated at 59.5 million in 2018 as reported by FAO, (2020). More than 820 million people throughout the world are estimated to depend on fish for all or part of their income (FAO, 2022). According to the WorldFish report on Nigeria, in 2021, 1,477,651 were reported as engaged in the fisheries and aquaculture sector of the country. The industrial fisheries sector that involves the use of trawlers for fishing and shrimping currently employs about 9000 Nigerians. Although the actual number of people engaged in the fishery sector in Nigeria cannot be ascertained due to the lack of comprehensive data in this field.

Fisheries Resources in International Trade and Foreign Exchange: Fish products are among the most widely traded foods, with more than 11% of total agricultural exports (excluding forestry), which equals 1% of total merchandise exports (Emam, 2021). As reported by the FAO, the global export value of fish and fishery products has increased remarkably in recent decades, from US\$15 billion in 1980 to US\$ 164 billion in 2018, about 50 per cent of that total comes from the developing world, where the net export revenue that these countries receive from fish trade is larger than their exports of tea, rice, cocoa and coffee combined (FAO, 2019; 2020). It is worthy to note that available estimates for 2019 revealed there was about a two per cent contraction in both value and quantity compared with 2018 values. And these values are expected to contract more due to the Covid19 outbreak (FAO, 2020). The increasing demand for seafood has led to a complex global system of trade in fisheries products. In the year 2020, the European Union was the largest importer of fish and fishery products worldwide with an import value of about 56.5 billion U.S. dollars (2021). Some fishery products exported by countries include dried fish, fresh or ice fish, canned fish products, Salmon roll (eggs) and sea urchin roll and shrimps. Others include useful leather and polishing materials and oil made from the skin of some cartilaginous fishes (example, chondrichthyes like dogfish, sharks). In 2018, exported 480,000 Tons of fish were valued at US\$671.3 million, the majority of which was exported to the Ivory Coast (AU-IBAR, 2018).

Citizens' Wellbeing and Food Security: Fish and Fishery products are a major source of food security and livelihood in a growing world population. The United Nation's Food and Agriculture Organization (FAO) opined that global production from capture fisheries and aquaculture remains very significant for global food security, providing more than 17 % of the total animal protein supplies in the year 2017 and at least 20 per cent of animal protein and minerals to an estimated 3.3 billion people globally (FAO, 2020).

The united nation's food and agriculture organization estimated that half of the world's seafood demand will be met by aquaculture in 2020, as wild capture fisheries resources are overexploited and in decline. The share of the total world's harvest produced through aquaculture has steadily increased over the past two decades from contributing just about 14.64% between 1986 and 1995 to total world fish production to 45.99% (FAO, 2020). In Nigeria, fish farming is projected to exceed 127 million metric tons by the year 2030 (FAO, 2020; DARD-ECOWAS Commission, 2020).

Fish accounts for around 40 per cent of the country's protein intake of Nigerians (WorldFish, 2022). The availability and access to fish within a family can

therefore be an important determinant of its members' well-being. At the household level, the consumption pattern may depend on the financial status of the family, belief, the primary activity of the household and social structures and customs of the people (Quagraine & Engle, 2006; Gomna & Rana 2007).

Fishery Products in Recreation: Ornamental fishes can be described as attractive colourful fishes which are kept as pets in home aquaria, offices, recreational parks, public aquaria or elsewhere for aesthetic and recreational purposes (Tregaskis, 2012). These fishes include numerous varieties of species varying in different sizes, colours and shapes. Angelfish, Barbs, Goldfish Loaches and Danios are examples of common and popular ornamental fishes. Fishes kept in aquaria also add beauty to offices and laboratories. They are used in schools and colleges for learning. Some ornamental exotic fishes include the Japanese koi fish and Goldfish, which are kept for their attractive colours. Also, for years, pond owners have been adding beautiful fishes to their ponds for the enjoyment and relaxation of observers (Rabo et al., 2014). Fish kept in aquaria can also be a source of tourist attraction, like the tunnel aquarium in Antalya, Turkey, the largest tunnel aquarium in the world which attracts thousands of tourists every year (<https://www.goturkeytourism.com/things-to-do/antalya-aquarium-antalya-turkey.html>)

Ornamental fish farming has contributed to the international fish trade. The ornamental fish trade was valued at \$322 million in the year 2020 (TrendEconomy, 2022). The top exporter of ornamental fish in the year 2020 was Japan with 14.3% of the world exports valued at \$46 million while the top importer was the United States of America with 23% of the world imports valued at \$67 million (TrendEconomy, 2022). The ornamental fish industry is also developing in Nigeria and has reached an appreciable level in Lagos as it is involved in the export of locally bred species (Rabo et al., 2014).

Improvement of the Nutritional and Health Status of a Nation's Population: Fish contains a large proportion of protein and is one of the best animal sources of protein. Fish is a very important source of complete protein, it is fresh and tender due to bundles of muscle fibres which are tight together by fibrous materials largely made up of a protein called collagen, therefore an excellent dish for the old and diabetic patients. Fish also contains considerable amounts of vitamin B, Vitamin E, nutrients like niacin and minerals such as Copper, Iodine, Iron, and Phosphorus. Canned Salmon and Sardines are good sources of Calcium. Fish make a vital contribution to the survival and health of a significant portion of the World's population. In some of Asia's poorest countries, people derive as much as 75% of their daily protein from fish (Gomna & Rana, 2007; Rabo et al., 2014).

Meat and fish are an integral part of the diet of Nigerian people and are essential protein food also serving as a focal point for the family meal (Gomna & Rana, 2007; International Trade Administration, U.S. Department of Commerce, 2021). Fish alone account for about 42.54 % of animal protein in Nigeria (Benneth et al, 2018). In rural and fishing communities in Nigeria, fish is known to play a significant role in the diet providing up to 75 % of the total animal protein intake. The nutritional value of fish and meat in terms of both protein and micro-nutrients in child development is well documented (Addis 2004). For instance, aiding in bone and teeth formation, also combating malnutrition. Cod liver oil is of high medicinal value in children.

Eating deep-sea fishes like Tuna and Salmon are highly valued for their cholesterol removing abilities, thereby preventing the condition of atherosclerosis. In fact, supplementation of omega 3 polyunsaturated fatty acids prevents an increase in arterial stiffness, especially in post-menopause women with coronary artery diseases. Also, vitamin E not only helps in the elimination of cholesterol and prevents inflammation, but it also increases the flexibility and fluidity of your blood vessels so that they respond well to any change of pressure (Erkkila et al, 2004; Cardiovasc, 2013) thereby reducing the risk of cardiovascular diseases. Tregakis, (2012) states that the bass and bluefish in ponds are predators of mosquitoes, insect Larvae and Algae helping to keep the population in balance. Also, the bottom-dwelling darter thrives on small snails and insect Larvae, thereby keeping vectors borne diseases in check.

CONCLUSION

In the developing world, the fisheries sector remains the major source of nutrition and provides the basis for the livelihood of millions of people and a major source of foreign exchange for many developing economies like Nigeria. Notwithstanding its importance, the fisheries sector is not given the needed attention it deserves by governments and policymakers in developing countries. Nigeria is blessed with a large coastal area and freshwater resources, be it as it may, Nigeria spends billions of dollars every year in fish importation. Nigeria is considered a net importer of fishery products. The Nigerian fisheries sector is sustained by artisanal small-scale fishers. The artisanal fishers produced over 74.01% of Nigeria's total domestic fish production from mainly coastal, inshore, creeks of the Niger Delta, lagoons, inland rivers, and lakes while aquaculture and industrial fisheries contributed only 24.98% and 1% respectively of the total fish produced. The lack of attention in the fisheries sector

is costing Nigeria the huge economic benefits this sector provides.

There is, therefore, an important role for developing countries governments to play, both in managing capture fisheries to prevent stock depletion and in regulating the development of aquaculture to ensure that it is both environmentally sustainable and pro-poor. Under such conditions, fisheries and aquaculture can realize their potential as an important and growing source of economic development in rural areas. In addition, to harness the great economy potential the fisheries sector provides, the government and policymakers have responsibilities to develop the fisheries sector by providing the needed conducive environment, fishing gear, processing and storage facilities and financial assistance to those engaged in the fisheries sector.

REFERENCES

- Adebayo, O.O. & Daramola, O.A. (2013).** Economic analysis of catfish (*Clarias gariepinus*) production in Ibadan metropolis. *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*, *1*(7), 128-134
- Agbo, A.D. (2015).** Bridging the fish demand, supply gap in Nigeria. Daily Trust Newspaper. <https://dailytrust.com/bridging-the-fishdemand-supply-gap-in-nigeria> (04.13.2019).
- Akinsorotan, A.M., Akinsorotan, O.A., Jimoh, J.O., Adene. I.C. & Akiwowo, U.A. (2019).** Offshore aquaculture practice; a potential for meeting Nigeria fish demand – a review. *Journal of Physics: Conf. Series* 1299,012111. DOI: [10.1088/17426596/1299/1/012111](https://doi.org/10.1088/17426596/1299/1/012111)
- Anderson, J.L. (2009).** Fisheries. Microsoft Encarta, Redmond, W.A, Microsoft Cooperation 2008.
- AU-IBAR (2018).** Impact of International Fish Trade Flows in Africa. Accessed on March 5th, 2022 from http://repository.au-ibar.org/bitstream/handle/123456789/1152/FULANDA%202018%20_%20%20FISH%20TRADE%20FLOWS%20AFRICA%20REPORT%20FINAL%20180817.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cardiovasc, J. (2013).** Supplementation of Omega 3 Polyunsaturated Fatty Acid Prevents Increase in Arterial Stiffness. *Sage Journals*, *1*, 14-20.
- Dauada, O. (2021).** Fish import bills rise to N500b in 11 months. [https://thenationonlineng.net/fish-import-bills-rise-to-n500b-in-11-months/\(10/03/2022\)](https://thenationonlineng.net/fish-import-bills-rise-to-n500b-in-11-months/(10/03/2022))
- Directorate of Agriculture and Rural Development–ECOWAS Commission (2020).** “Fishery and Aquaculture: Statistical Factsheets of the ECOWAS Member countries”. (10/02/2022)
- Erkill, A.T., Lichtenstein, A.L., Mozaltarian, D. & Herrington, D.M. (2004).** Fish Intake Associated Reduced Progression of Coronary Artery Atherosclerosis in Post Menopause Women with

- Coronary Artery Disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, *80*(3), 626-32. DOI: [10.1093/ajcn/80.3.626](https://doi.org/10.1093/ajcn/80.3.626). PMID: 15321802
- Federal Ministry of Agriculture and Rural Development (FMARD). (2011).** Investing in Nigeria's agricultural value chain. Presented by Hon. Minister at the Bank of Industry's Nigerian Investment Forum, London. 48.
- Fletcher, W.J., Chesson, J., Fisher, M., Sainsbury, K.J., Hundloe, T., Smith, A.D.M. & Whitworth, B. (2002).** The "How To" guide for wild capture fisheries. National ESD reporting framework for Australian fisheries: FRDC Project, 2000/145, 119-120.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2022).** Fisheries and aquaculture. [https://www.fao.org/rural-employment/agricultural-sub-sectors/fisheries-and-aquaculture/en/file:///C:/Users/HP/Downloads/94%20Fisheries%20in%20Nigeria%20\(1\).pdf](https://www.fao.org/rural-employment/agricultural-sub-sectors/fisheries-and-aquaculture/en/file:///C:/Users/HP/Downloads/94%20Fisheries%20in%20Nigeria%20(1).pdf) (7/03/2022)
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020).** The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture> (18.08.2021)
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2019a).** Establishing and linking global fish-trade information networks, 2019. <http://www.fao.org/in-action/establishing-and-linking-global-fish-trade-information-networks/en/> (20.04.2019)
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2019b).** GLOBEFISH- Information and Analysis on World Fish Trade. <http://www.fao.org/in-action/globefish/fishery-information/resource-detail/en/c/338418/> (21.04.2019)
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2007).** Fisheries development in Nigeria: The current challenges. Paper presented by the Honourable Minister of State for Agriculture to the Fisheries Society of Nigeria (FISON), Lagos State. 23
- Gomna, A. & Rana, K. (2007).** Inter-household and intra-household patterns of fish and meat consumption in fishing communities in two states in Nigeria. *British Journal of Nutrition*, *97*(1), 145-152. DOI: [10.1017/s0007114507201734](https://doi.org/10.1017/s0007114507201734)
<https://www.goturkeytourism.com/things-todo/antalya-aquarium-antalya-turkey.html> (12.09.2020)
- International Trade Administration, U.S. Department of Commerce (2021).** Nigeria-Country Commercial Guide. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/nigeria-agriculture-sector#:~:text=Nigeria%20relies%20on%20%2410%20billion,major%20sources%20for%20agricultural%20imports> (10/03/2022)
- Jim, C. (2001).** Species of Fish in the Ocean; Gander Academy. <http://www.cdli.ca/cite/oceanfish.htm> (17.05.2021)
- Keith, B. (2010).** Impact of Climate Change on Fisheries. *Journal of Marine Systems*, *79*, 389-402.
- Machena, C. & Moehl, J. (2001).** African Aquaculture: A Regional Summary with Emphasis on Sub-Saharan Africa African Aquaculture: A Regional Summary with Emphasis on Sub. <https://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=XF2003411931> (19.08.2021)
- National Bureau of Statistics, Nigeria (NBS) (2017).** Nigeria's Fish Production: 2010-2015. <https://www.nigerianstat.gov.ng/download/509> (10.02.2020)
- Nwilo, P. C. & Badejo, O. T. (2007).** Impacts and Management of Oil Spill pollution along Nigeria Coastal Areas. http://www.fig.net/pub/figpub/pub36/chapters/chapter_r.pdf (12.11.2020)
- OECD. (2020).** Sustainable fisheries and aquaculture policies for the future. <https://www.oecd.org/agriculture/topics/fisheries-and-aquaculture/> 10.06.2021
- Olaoye, O.J., Ashley-Dejo, S.S., Fakoya, E.O., Ikeweinwe, N.B., Alegbeleye, W.O., Ashaolu, F.O. & Adelaja, O.A. (2013).** Assessment of socio-economic analysis of fish farming in Oyo State, Nigeria. *Global Journal of Science Frontier Research Aquaculture and Veterinary*, *13*(9), 45-55
- Oluwarore, K. (2018).** Nigeria: Importing fish amidst abundant ocean resources, the paradox of a nation. *Earth Journalism Network*. <https://earthjournalism.net/stories/nigeria-importing-fish-amidst-abundant-ocean-resources-the-paradox-of-a-nation> (21.09.2020)
- Population Reference Bureau. (2021).** 2021 world population data sheet. <https://interactives.prb.org/2021-wpds/> (18.08.2021)
- Quagraine, K. & Engle, C. (2006).** A latent class model for analyzing preferences for catfish. *Aquaculture Economics & Management*, *10*(1), 1-14.
- Rabo, P.D., Zarmai, D.U., Jwanya, B.A. & Dikwahal, S.H. (2014).** The role of fisheries resources in national development: a review. *International Letters of Natural Sciences*, *18*, 20-28. DOI: [10.18052/www.scipress.com/ILNS.18.20](https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.18.20)
- Sea Around Us. (2016).** A global database on marine fisheries and ecosystems. <http://www.searoundsus.org/data/#/eez/566?chart=catchchart&dimension=taxon&measure=value&limit=10> 18.05.2021
- Subasinghe R., Siriwardena, S.N., Byrd, K., Chan, C.Y., Dizyee, K., Shikuku, K., Tran, N., Adegoke, A., Adeleke, M., Anastasiou, K., Beveridge, M., Bogard, J., Chu, L., Fregene, B.T., Ene-Obong, H., Cheong, K.C., Nukpezah, J., Olagunju, O., Powell, A., Steensma, J., Williams, G., Shelley, C. & Phillips, M. (2021).** Nigeria fish futures. Aquaculture in Nigeria: Increasing Income, Diversifying Diets and Empowering Women. Report of the scoping

study. Penang, Malaysia: *WorldFish. Program Report*; 16.

TradeMap (2018). International Trade Centre: <https://www.trademap.org/Index.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1> (9/03/2022)

The World Bank. (2019). Population, total – Nigeria. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=NG> (05.05.2021)

TrendEconomy, (2021). Annual International Trade Statistics by Country (HS02). <https://trendeconomy.com/data/h2/Nigeria/0303> (10/03/2022)

Vaughan, I.O., Afolami, C.A., Oyekale, T.O. & Ayegbokiki, A.O. (2014). An analysis of Nigeria food imports and bills. *International Journal of Economics, Commerce and Management*, 2(9), 1-14

WorldFish, (2022). WorldFish in Nigeria. <https://www.worldfishcenter.org/where-we-work/africa/nigeria#:~:text=Fish%20is%20an%20important%20part,kg%2Fperson%2Fper%20year> (9/03/2022)

WorldFish, (2018). WorldFish Nigeria Strategy 2018-2022. <https://digitalarchive.worldfishcenter.org/bitstream/handle/20.500.12348/673/201809.pdf?sequence=4&isAllowed=y> (19.08.2021)



Determination of Pigment Content and Antioxidant Activities of Some Chlorophyta Species Isolated from Altınapa Dam Lake (Konya/Turkey)

Baran AŞIKKUTLU* Cengiz AKKÖZ
Selçuk University, Faculty of Science, Department of Biology, Konya, Turkey

Geliş/Received: 31.03.2022

Kabul/Accepted: 13.06.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

How to cite: Aşıkutlu, B. & Akköz, C. (2022). Determination of Pigment Content and Antioxidant Activities of Some Chlorophyta Species Isolated from Altınapa Dam Lake (Konya/Turkey). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 227-234.
Atf yapmak için: Aşıkutlu, B. & Akköz, C. (2022). Altınapa Baraj Gölü'nden (Konya/Türkiye) İzole Edilen Bazı Chlorophyta Türlerinin Pigment İçeriği ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 227-234.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-2532-5517>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-3268-0189>

Abstract: It is an important issue to investigate the water resources necessary for the continuation of life and the creatures living in these ecosystems. Algae living in aquatic ecosystems are necessary organisms for the creatures with which they share the same environment to survive, as they provide oxygen to their environment and constitute the first step of the food chain. In addition, algae are creatures that have the potential to be used in the food and pharmaceutical industries due to their pigment content and antioxidant properties. Due to these importance, many studies are carried out on microalgae. In this study, it was aimed to determine the chlorophyll-a, chlorophyll-b, total carotenoids content and antioxidant activities of some green algae species isolated from the benthic algae flora of Altınapa Dam Lake, which is one of the important drinking water sources of the city of Konya. Three Chlorophyta (*Chlorella vulgaris*, *Acutodesmus obliquus*, *Monoraphidium minutum*) species showing high growth potential under culture conditions were selected and studies were carried out with these species. The highest chlorophyll-a and chlorophyll-b values were detected as $62.4 \pm 0.8 \mu\text{g mL}^{-1}$ and $18.5 \pm 1.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ in *Acutodesmus obliquus* species, respectively, and the highest total carotenoids value was detected as $40.3 \pm 0.4 \mu\text{g mL}^{-1}$ in *Monoraphidium minutum* species. In addition, IC_{50} values close to the reference antioxidant ascorbic acid were obtained in *Monoraphidium minutum* species. According to the results obtained in this study, the economic usability potentials of the studied microalgae were determined.

*Corresponding author:
Baran AŞIKKUTLU
Selçuk University, Faculty of Science,
Department of Biology, Konya, Türkiye
✉: baranasikkutlu@selcuk.edu.tr

Keywords: Microalgae, Pigment, Antioxidant Activity, Altınapa Dam Lake.

Altınapa Baraj Gölü'nden (Konya/Türkiye) İzole Edilen Bazı Chlorophyta Türlerinin Pigment İçeriği ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

Öz: Yaşamın sürmesi için gerekli olan su kaynaklarının ve bu ekosistemlerde yaşayan canlıların araştırılması önemli bir konudur. Sucul ekosistemlerde yaşayan algler, buldukları ortama oksijen sağlamaları ve besin zincirinin ilk basamağını oluşturmaları nedeniyle aynı ortamı paylaştıkları canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi için gerekli organizmalardır. Ayrıca algler pigment içerikleri ve antioksidan özellikleri nedeniyle gıda ve ilaç sektörlerinde kullanım potansiyeli olan canlılardır. Bu önemlerinden dolayı mikroalgler üzerinde birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmada, Konya şehrinin önemli içme suyu kaynaklarından biri olan Altınapa Baraj Gölü'nün bentik alg florasından izole edilen bazı yeşil alg türlerinin klorofil-a, klorofil-b, toplam karoten içeriği ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kültür koşullarında yüksek çoğalma potansiyeli gösteren üç Chlorophyta (*Chlorella vulgaris*, *Acutodesmus obliquus*, *Monoraphidium minutum*) türü seçilmiş ve çalışmalar bu türlerle gerçekleştirilmiştir. En yüksek klorofil-a ve klorofil-b ölçüm değeri *Acutodesmus obliquus* türünde sırasıyla $62.4 \pm 0.8 \mu\text{g mL}^{-1}$ ve $18.5 \pm 1.0 \mu\text{g mL}^{-1}$, en yüksek toplam karoten ölçüm değeri *Monoraphidium minutum* türünde $40.3 \pm 0.4 \mu\text{g mL}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca *Monoraphidium minutum* türünde, referans alınan antioksidan askorbik asite yakın IC_{50} değerleri elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre çalışılan mikroalglerin ekonomik açıdan kullanılabilirlik potansiyelleri belirlenmiştir.

*Sorumlu yazar:
Baran AŞIKKUTLU
Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji
Bölümü, Konya, Türkiye
✉: baranasikkutlu@selcuk.edu.tr

Anahtar kelimeler: Mikroalg, Pigment, Antioksidan Aktivite, Altınapa Baraj Gölü.

INTRODUCTION

The majority of the earth's surface is covered with salty waters, and there are much less wetlands, such as streams and lakes, which are composed of fresh water. These scarce fresh water resources need to be protected (Moss, 2010). Algae often live in the water. These waters can be fresh, salty and brackish. In their habitats, algae are the primary producers in the food chain and produce organic materials using sunlight, carbon dioxide and water. In addition to forming the main food source in the food chain, they produce the required oxygen for consumer organisms (Lee, 2008). Algae are important indicators for monitoring changes in aquatic ecosystems, although they are often ignored (McCormick & Cairns Jr, 1994). It has been shown in studies on microalgae which has been one of the most important bioresources used in bioindustry studies. However, despite the importance of its industrial applications, the main field of research on the long-term preservation of microalgae culture has not received much attention (Yim et al., 2021). The fact that algae produce half of the total oxygen production in the period we live in, that the ancestors of the land plants that make up our nutrition source are green algae, that they have an important potential in the production of biofuels, and that they are a source of active pharmaceutical compounds against drug-resistant bacteria reveal the reason for the importance of researching these living things (Chapman, 2013).

There are many studies about microalgae in the world and in our country. In terms of their seasonal changes, identification, culture, element content, carotenoids found in the structure, studies on the production of algae for food support and for use in the pharmaceutical industry are remarkable (Atıcı & Obalı, 2002, Pulz & Gross, 2004, Atıcı & Çalışkan, 2007, Wijffels et al., 2013, Keskinaya et al., 2020). In recent years, there has been a significant interest in obtaining antioxidants from natural sources. This source may be algae that synthesize, metabolize, accumulate and secrete a wide variety of primary and secondary metabolites, including carotenoids, phenolic compounds, phycobilins, sulfated compounds and vitamins. All these compounds have applications in the health and food industries. These antioxidant compounds have great potential to be used in the pharmaceutical and other industries. (Munir et al., 2013). Pigments such as chlorophyll, carotenoids and phycobiliprotein cause algae in different amounts to appear in green, yellow, red and brown colors. In recent years, with the awareness of harmful substances in humans, the use of algae containing natural dyestuffs in its structure instead of synthetic ones in food additives has been increasing. Algal pigments are used in the cosmetic and

pharmaceutical industries with their natural coloring properties. In addition, these creatures are consumed as food supplements because they provide a healthy life opportunity (Prasanna et al., 2007). Algae are a good source of pigments, minerals and vitamins and available foods can be naturally enriched with their use. (Kraan, 2013). Free radicals and oxidants are both toxic and useful compounds because they can have harmful and beneficial effects on the body. They arise from normal cellular metabolisms or from external sources such as any pollution or drugs. Free radicals cannot be destroyed gradually if overloaded. Their accumulation in the body causes a condition called oxidative stress, which plays an important role in the development of cancer, autoimmune disorders, aging, cardiovascular and neurodegenerative diseases. The human body can resist oxidative stress by producing antioxidants through different mechanisms. These are either naturally produced or supplied through external foods or supplements. (Pham-Huy et al., 2008). Among the tests used to determine the total antioxidant capacity from natural extracts, the 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) radical scavenging assay is a common test. The results of this test are often expressed as IC₅₀ values (Martinez-Morales et al., 2020). Brand-Williams et al. (1995) reported that a low IC₅₀ value indicates a high level of antioxidant activity.

Algae, which have an important position as a primary producer in aquatic ecosystems, have the potential to be used as a food supplement or in the drug sector, depending on their pigment content and antioxidant activity. Studies on the systematics of algae that live in aquatic ecosystems are maintained in Turkey for a long time. In addition to these studies, studies on the industrial usability of algae are increasing. For these reasons, it constitutes the necessary conditions for the examination of these living beings. In this study, it was aimed to identify the algae in Altınapa Dam Lake belonging to the benthic Chlorophyta phylum morphologically and to investigate the pigment content and antioxidant activities of the algae that can be grown in single cell culture in order to use them in the food and pharmaceutical industry. As a result, it is aimed to contribute to the studies and literature on these living beings.

MATERIAL and METHOD

Research Area: The Altınapa Dam Lake in Konya city, which constitutes our study area, is located at the 16th kilometer of Konya-Beyşehir road. The most important stream that feeds the dam is Meram Stream. The study materials were collected from four stations that could characterize the entire lake. Coordinates of sampling stations given in Table 1. Satellite view (Google, 2016) of

Altınapa Dam Lake and sampling stations are given in Figure 1.

Table 1: Coordinates of sampling stations.

Station	Coordinate	
1	37° 53' 41" N	32° 17' 13" E
2	37° 53' 15" N	32° 18' 25" E
3	37° 52' 42" N	32° 17' 54" E
4	37° 53' 22" N	32° 17' 20" E



Figure 1: Satellite view of Altınapa Dam Lake and sampling stations.

Identification of Microalgae: Benthic algae samples belonging to Chlorophyta phylum, were collected from 0 to 5 m area in the coastal zones of four stations determined in seasonally conducted field studies in April 2014, July 2014, October 2014 and January 2015.

Benthic algae were examined with a Nikon brand Eclipse 80i model microscope, and morphological characterization was made according to Prescott, (1973), John et al., (2002) and Algaebase site (Guiry & Guiry, 2021).

Scanning electron microscopy (SEM) images of some algae samples in single cell cultures were made by Zeiss brand LS10 model electron microscope in the laboratories of Selçuk University Advanced Technology Research Application Central Directorate.

Isolations and Cultures of Microalgae: In order to make cultures of benthic algae samples, at first a medium has been formed which allows the development of algae under laboratory conditions. For this medium, BG-11 medium was selected as described by Rippka (1988). Bg-11 is a medium that can be used for both Cyanobacteria and Chlorophyta (Atıcı, 2020, Qing et al., 2020).

Benthic algae found on stone, plant or sediment were morphologically detected with microscope then single cell cultures were made by using a pasteur pipette with a Prior CM-110 inverted microscope. After that cells were transferred in sterile conditions to 100 mL erlens containing BG-11 media prepared as liquids. Cells were allowed to reproduce at a temperature of 25 °C under 3000 lux light, 12 hours light, 12 hours dark cycle (Katircioğlu et al., 2008). After 20-25 days of incubation, samples were taken from the media which showed green color and examined in the microscope and studies were continued

with the samples which were observed to be single cell culture without contamination.

Chlorophyll-a, Chlorophyll-b and Total Carotenoids Analysis of Microalgae: It has been shown in studies that algae extracts containing carotenoids have antioxidant effects (Abe et al., 2007). The total reducing capacity, which shows the antioxidant effect, was found to be higher in the stationary growth phase at the end of the logarithmic growth phase. (Zamani & Moradshahi, 2014). Algae samples were started to be studied around 20-25 days when the growth rate of the cells was fixed and the maximum biomass was produced (Hamidian & Zamani, 2022). Rapidly growing single-celled species were selected from cultured benthic algal specimens for this study. For each species, a total of 6.5 L cultures were obtained from single cell culture stocks in sterile conditions. Following a 20-25 day incubation period, samples were transferred to balloon slides and lyophilized for 2 days with a Scanvac CoolSafe-110 model lyophilizer. Then the sample mass of each species was measured and 50 mL, acetone (100%) was added to 1 gram of samples. Then it was homogenized on a Bandelin brand UW-2070 homogenizer at a maximum level for 3 minutes. After homogenization of the samples, extractions were carried out at 37 °C for 30 minutes on a Heidolph brand Unimax 1010 heated mixer. Subsequently, taken samples in 50 mL eppendorf tubes were centrifuged at 4000 rpm for 5 minutes using a model NF-800R model centrifuge. The liquid part of the samples, except for the precipitate in the bottom was taken to the eppendorf tubes and measurements were made on a Biochrom brand Libra S22 model spectrophotometer (Dere et al., 1998). Three measurements were made for each sample. The absorbance values and formulas used in the measurements were taken from the work done by Lichtenthaler and Wellburn (1983). The following formulas are given below;

$$C_a = 11.75 A^{662} - 2.35 A^{645}$$

$$C_b = 18.61 A^{645} - 3.96 A^{662}$$

$$C_{x+c} = 1000 A^{470} - 2.27 C_a - 81.4 C_b / 227$$

(C_a: Chlorophyll a, C_b: Chlorophyll b, C_{x+c}: Total carotenoids)

Antioxidant Activity Analyzes of Microalgae: In order to determine the antioxidant activities of benthic algae extracts, DPPH free radical scavenging effect method as described by El-Agbar et al. (2008), has been modified. Acetone was evaporated from benthic algae extracts at 37 °C using Heidolph brand Hei-VAP rotary evaporator. Samples were placed in 2 mL eppendorf tubes. 98% methanol was added to the final concentration of each sample as a 5 mg mL⁻¹ stock solution. Stock solutions were prepared by diluting in the range of 500 µg mL⁻¹ to 3.90625 µg mL⁻¹. The ascorbic acid, designated as the standard solution, was diluted at 100 µg mL⁻¹ to 0.78125 µg mL⁻¹ and placed in 96-well plates. The diluted solutions were

mixed with DPPH free radical (0.003%) and methanol. Then 1 mL of these solutions was taken and mixed with 1 mL of solution containing the samples. The mixture was read in Biotek brand Epoch model microplate reader at 517 nm wavelength. After 30 minutes, the samples kept in the dark were read again on the device and the results were recorded. 1 mL of methanol and 1 mL of DPPH (0.003%) solution were used as blank samples. Concentration inhibition graphs were drawn from the results obtained using benthic algal solubles and standard solutions and IC₅₀ (µg mL⁻¹) values, which is the amount of sample required to decrease the absorbance of the DPPH free radical by 50% is calculated from these graphs. Three measurements were made for each sample. % inhibition values were

determined by Bors et al. (1992), calculated according to the formula given below:

$$\% \text{ of inhibition of DPPH activity} = A - B / A \times 100$$

(A: optical density of the blank, B: optical density of the sample)

RESULTS

Light Microscope and Scanning Electron Microscope Images of Single-Cell Cultured Microalgae:

Among the benthic algae samples, light microscope images were taken of the species which showed reproducing with the BG-11 medium. Three taxa belonging to the Chlorophyta phylum were isolated and cultivated. A list of these species is given in the Table 2. Light microscope images of cultured Chlorophyta species were and Figure 2. Scanning electron microscope images of cultured, Chlorophyta species were and Figure 3.

Table 2: List of isolated and cultured microalgae species identified by light microscope.

Superregnum	Eukaryota
Regnum	Plantae
Divisio	Chlorophyta
Classis	Chlorophyceae
Ordo	Sphaeropleales
Familia	Scenedesmaceae
Genus	Acutodesmus
	<i>Acutodesmus obliquus</i> (Turpin) Hegewald & Hanagata
Familia	Selenastraceae
Genus	Monoraphidium
	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová
Classis	Trebouxiophyceae
Ordo	Chlorellales
Familia	Chlorellaceae
Genus	Chlorella
	<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck (Beijerinck)

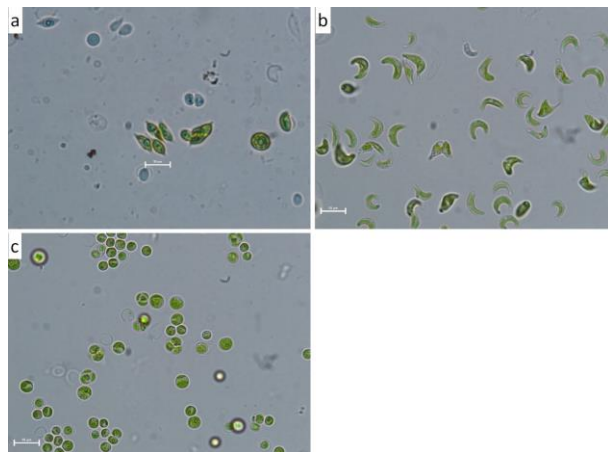


Figure 2: Light microscope image of isolated and cultured Chlorophyta species. a- *Acutodesmus obliquus* (Turpin) Hegewald & Hanagata, b- *Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárková-Legnerová, c- *Chlorella vulgaris* Beyerinck (Beijerinck) (Scale: 10 µm).

Chlorophyll-a, Chlorophyll-b and Total Carotenoids Analysis Results of Microalgae: The chlorophyll-a, chlorophyll-b and total carotenoids average values obtained from the algae are given in the Table 3.

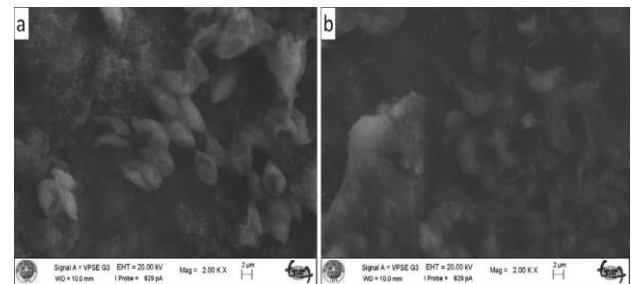


Figure 3: Scanning electron microscope images of some cultured Chlorophyta species. a- *Acutodesmus obliquus* (Turpin) Hegewald & Hanagata, b- *Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárková-Legnerová (Scale: 2 µm).

Table 3: The chlorophyll-a, chlorophyll-b and total carotenoids average values of cultured benthic algae (µg mL⁻¹).

	Chlorophyll- a	Chlorophyll- b	Total Carotenoids
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck (Beijerinck)	11.2±0.2	4.9±0.6	2.8±0.2
<i>Acutodesmus obliquus</i> (Turpin) Hegewald & Hanagata	62.4±0.8	18.5±1.0	23.5±0.3
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	62.0±0.9	12.5±1.2	40.3±0.4

Antioxidant Activity Analysis Results of

Microalgae: The IC₅₀ measurement results of reference ascorbic acid and cultured benthic algae species are given in Table 4.

Table 4: The IC₅₀ measurement results of ascorbic acid and cultured benthic algae species (µg mL⁻¹).

	IC ₅₀ Results
Ascorbic Acid	1.228±0.12
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck (Beijerinck)	1.759±0.007
<i>Acutodesmus obliquus</i> (Turpin) Hegewald & Hanagata	1.507±0.012
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	1.398±0.017

DISCUSSION and CONCLUSION

In Altnapa Dam Lake, 8 Chlorophyta taxa were isolated from benthic algae and these taxon were cultured. Apart from these taxon, a large number of taxon have been isolated but not reproduced when they have been transferred to the medium and have not been able to obtain successful results from their cultures. Since the obtained taxa conformed to the culture conditions, they showed reproduction and studies continue with these species. Light microscopy images of the reproducing taxa were taken from detailed images by scanning electron microscopy of some of them. When the detection results of similar studies in Turkey are examined, the benthic algae detected in Altnapa Dam Lake showed similarities with the benthic algae belonging to Chlorophyta phylum determined in other studies. In addition, some types of scanning electron microscope images were taken in order to take more detailed pictures. It is envisaged that microscopic identified benthic algae in our study will contribute to the other algal flora studies. As a result of studies to determine the amounts of chlorophyll-a, chlorophyll-b and total carotenoids synthesis, the highest amount of chlorophyll-a was found to be $62.4 \pm 0.8 \mu\text{g mL}^{-1}$ for *Acutodesmus obliquus* species and the lowest amount found $11.2 \pm 0.2 \mu\text{g mL}^{-1}$ for *Chlorella vulgaris* species. The highest amount of chlorophyll-b was determined as $18.5 \pm 1.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ for *Acutodesmus obliquus* and the lowest amount found $4.9 \pm 0.6 \mu\text{g mL}^{-1}$ for *Chlorella vulgaris*. The highest total carotenoids amount was found to be $40.3 \pm 0.4 \mu\text{g mL}^{-1}$ for *Monoraphidium minutum* and the lowest amount found $2.8 \pm 0.2 \mu\text{g mL}^{-1}$ for *Chlorella vulgaris*. IC₅₀ values were calculated as $1.228 \pm 0.12 \mu\text{g mL}^{-1}$ for ascorbic acid that have strong antioxidant properties, lowest value as $1.398 \pm 0.017 \mu\text{g mL}^{-1}$ for *Monoraphidium minutum* that calculated. According to these results *Monoraphidium minutum* was found to have the highest antioxidant activity.

When the results obtained are compared with the results of other studies, Dere et al. (1998), in the study used methanol solvent, determined the amount of chlorophyll-a in Chlorophyta members macroalgae taken from fresh water for *Cladophora glomerata* as $60.7 \mu\text{g g}^{-1}$. They

determined the amount of chlorophyll-a in Chlorophyta members macroalgae taken from salt water for *Ulva rigita* species as $54.6 \mu\text{g g}^{-1}$, for *Codium tomentosum* species as $49.0 \mu\text{g g}^{-1}$, for Phaeophyta member *Cladostephus verticillatus* species as $51.3 \mu\text{g g}^{-1}$. When the data are compared, the results we obtained are higher than *Chlorella vulgaris* species and similar compared to other species. In the same study, determined the amount of chlorophyll-b in Chlorophyta members macroalgae taken from fresh water for *Cladophora glomerata* as $23.0 \mu\text{g g}^{-1}$, in Chlorophyta members macroalgae taken from salt water for *Ulva rigita* as $24.1 \mu\text{g g}^{-1}$, for *Codium tomentosum* as $21.8 \mu\text{g g}^{-1}$. In the same study used methanol solvent, determined the amount of total carotenoids in Chlorophyta members macroalgae taken from fresh water for *Cladophora glomerata* as $19.2 \mu\text{g g}^{-1}$, total carotenoids amount in Chlorophyta members macroalgae taken from salt water for *Ulva rigita* as $20.8 \mu\text{g g}^{-1}$, for *Codium tomentosum* as $24.7 \mu\text{g g}^{-1}$, for Phaeophyta member *Cladostephus verticillatus* species as $33.8 \mu\text{g g}^{-1}$. When the data are compared, the results we obtained are higher than *Chlorella vulgaris* species and similar compared to other species.

Seyfabadi et al. (2011) found the highest chlorophyll-a value of $13.25 \mu\text{g mL}^{-1}$ in different light regimes of the microalgae species *Chlorella vulgaris* the sample we studied, and it has been determined that the result is close to the $11.2 \mu\text{g mL}^{-1}$ value we obtained.

Fabrowska et al. (2018) determined the amount of chlorophyll-a for *Cladophora glomerata* species as $16.9 \mu\text{g mL}^{-1}$, for *Cladophora rivularis* species as $5.9 \mu\text{g mL}^{-1}$, for *Ulva flexuosa* species as $17.6 \mu\text{g mL}^{-1}$ in different extraction methods in Chlorophyta members macroalgae taken from fresh waters and it was determined that they found lower results than the values we calculated. In the same study, they found the highest amount of chlorophyll-b in Chlorophyta members macroalgae for *Cladophora glomerata* as $9.9 \mu\text{g mL}^{-1}$, for *Cladophora rivularis* as $2.6 \mu\text{g mL}^{-1}$, and for *Ulva flexuosa* as $20.1 \mu\text{g mL}^{-1}$ species. In the same study, they found the highest total carotenoids amount in Chlorophyta members macroalgae for *Cladophora glomerata* species as $3.0 \mu\text{g mL}^{-1}$, for *Cladophora rivularis* species as $1.0 \mu\text{g mL}^{-1}$ and for *Ulva flexuosa* species as $2.2 \mu\text{g mL}^{-1}$, and they found lower results compared to the values we obtained.

In the study of Durmaz et al. (2008), the amount of chlorophyll-a was found in Chlorophyta members macroalgae for *Ulva* sp. species, as $706.8 \mu\text{g g}^{-1}$, the total amount of carotenoids was found in the same species as $311.0 \mu\text{g g}^{-1}$ and when the data were compared, the results we obtained were found to be lower.

In the study of Duygu et al. (2019), the amount of chlorophyll-a was found in Chlorophyta members

macroalgae taken from fresh waters for *Cladophora glomerata* as $5.07 \mu\text{g mL}^{-1}$, *Mougeotia* sp. as $1.47 \mu\text{g mL}^{-1}$, the amount of chlorophyll-b for *Cladophora glomerata* as $3.99 \mu\text{g mL}^{-1}$, *Mougeotia* sp. as $0.71 \mu\text{g mL}^{-1}$, the amount of total carotenoids for *Cladophora glomerata* as $756.4 \mu\text{g mL}^{-1}$, *Mougeotia* sp. as $196.4 \mu\text{g mL}^{-1}$ and when the data were compared, the results we obtained for chlorophyll-a and chlorophyll-b were higher and total carotenoids was lower.

Yiğitkurt et al. (2020) examined 12 different species taken from salt water and determined the highest amount of chlorophyll-a and total carotenoids as 0.319 mg g^{-1} and 0.532 mg g^{-1} , respectively, in the Chlorophyta member *Chaetomorpha linum* and when the data were compared, the results we obtained were found to be lower.

Liu et al. (2017) stated that extracts with low IC_{50} values show stronger antioxidant activity. In the study, in which the antioxidant activity of brown algae was evaluated and two different extraction methods were used, IC_{50} values were determined as $0.0063 \text{ mg mL}^{-1}$ for *Ascophyllum nodosum* species, as $0.0038 \text{ mg mL}^{-1}$ for *Fucus vesiculosus* species, as 0.74 mg mL^{-1} for *Laminaria digitata* species, as 0.09 mg mL^{-1} for *Alaria esculenta* species and as 0.62 mg mL^{-1} for *Saccharina latissima* species. The IC_{50} value determined as the positive control was calculated as 0.051 mg mL^{-1} for butylated hydroxytoluene and as $0.0063 \text{ mg mL}^{-1}$ for ascorbic acid. The studied *Fucus vesiculosus* species gave lower IC_{50} than the reference ascorbic acid, while the *Ascophyllum nodosum* species gave the same IC_{50} value as ascorbic acid.

Souza et al. (2011) evaluated the antioxidant potential of red algae, and the IC_{50} values in the methanol extract were determined as 0.76 mg mL^{-1} for *Gracilaria birdiae* and as 0.86 mg mL^{-1} for *Gracilaria cornea*. The IC_{50} value determined as the positive control was calculated as 0.48 mg mL^{-1} for butylated hydroxytoluene. The studied species gave IC_{50} values close to the reference butylated hydroxytoluene.

Coulombier et al. (2021), according to the data about the table in the review article that which they evaluated many studies on the antioxidant compounds of microalgae, they reported the IC_{50} value of *Chlorella vulgaris* and *Chlamydomonas reinhardtii* species as $55\text{-}73 \mu\text{g mL}^{-1}$, and the IC_{50} value of ascorbic acid, which was determined as positive control, as $127.5 \mu\text{g mL}^{-1}$. Also, according to the author, the antioxidant activity of the *Chlorella* genus has been proven by several researchers. According to the study, it was stated that *Chloromonas* sp., *Botrydiopsisaceae* sp., *Scenedesmus obliquus*, *Haematococcus pluvialis*, *Dunaliella salina*, *Galdieria sulphuraria*, *Ettlia carotinosus*, *Neochloris texensis*, *Chlorella minutissima*, *Chlorella vulgaris*, *Schizochytrium limacinum*, *Stichococcus bacillaris* and *Cryptocodinium*

cohnii species gave interesting results. When the data were compared with the results in our study, the IC_{50} value of $1.398 \mu\text{g mL}^{-1}$ obtained from *Monoraphidium minutum* species gave very close results to the IC_{50} value of $1.228 \mu\text{g mL}^{-1}$ obtained from the reference antioxidant ascorbic acid.

Consequently, in our study, Chlorophyta species which are studied for the determination of chlorophyll-a, chlorophyll-b and total carotenoids amounts, especially the species *Monoraphidium minutum* and *Acutodesmus obliquus* produced remarkable results. In our study, *Monoraphidium minutum* and *Acutodesmus obliquus* species showed that they have high antioxidant activity by giving approximately the same IC_{50} value due to their high pigment content, which causes high antioxidant activity. Since *Monoraphidium minutum* and *Acutodesmus obliquus* species belonging to the Chlorophyta phylum give IC_{50} values that were close to the highly antioxidant ascorbic acid that is taken as reference, it is concluded that, especially these species from the studied microalgae has a potential to contribute economically when they are produced under suitable conditions for use in the food and pharmaceutical industries.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Selçuk University Scientific Research Project (S.U. BAP) [Project number: 14101009] and TUBITAK-BİDEB (2211). In addition, this work is part of my doctoral thesis.

REFERENCES

- Abe, K., Hattori, H. & Hirano, M. (2007). Accumulation and antioxidant activity of secondary carotenoids in the aerial microalga *Coelastrrella striolata* var. *multistriata*. *Food Chemistry*, **100**(2), 656-661. DOI: [10.1016/j.foodchem.2005.10.026](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.026)
- Atıcı, T. (2020). Production and collection of microalgae isolated from freshwater reserves in Central Anatolia, Turkey. *Türler ve Habitatlar*, **1**(1), 37-44.
- Atıcı, T. & Çalışkan, H. (2007). Effects of Some Environmental Variables on the Benthic Shore Algae (Excluding Bacillariophyta) of Asartepe Dam (Ankara). *International Journal of Natural & Engineering Sciences*, **1**(2).
- Atıcı, T. & Obalı, O. (2002). Comparison of seasonal variation of phytoplankton and chlorophyll-a values of abant and Yedigöller Lakes. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **19**(3-4), 381-389.
- Bors, W., Saran, M. & Elstner, E.F. (1992). Screening for Plant Antioxidants. In: Linskens, H.F., Jackson, J.F. (eds) *Plant Toxin Analysis. Modern Methods of Plant Analysis*, vol 13. Springer,

- Berlin, Heidelberg. DOI: [10.1007/978-3-662-02783-7_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-02783-7_11)
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995).** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, **28**(1), 25-30.
- Chapman, R.L. (2013).** Algae: the world's most important "plants"—an introduction. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, **18**(1), 5-12. DOI: [10.1007/s11027-010-9255-9](https://doi.org/10.1007/s11027-010-9255-9)
- Coulombier, N., Jauffrais, T. & Lebouvier, N. (2021).** Antioxidant compounds from microalgae: A review. *Marine drugs*, **19**(10), 549. DOI: [10.3390/md19100549](https://doi.org/10.3390/md19100549)
- Dere, Ş., Güneş, T. & Sivacı, R. (1998).** Spectrophotometric determination of chlorophyll-A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*, **22**(1), 13-18.
- Durmaz, Y., Duyar, H.A., Gökpınar, Ş., Öğretmen, Y.Ö. & Bandarra, N.M. (2008).** Research on Fatty Acids, α -tocopherol and Total Pigment Content of the *Ulva* spp. (Sinop-Turkey, Black Sea). *Journal of Fisheries Sciences.com*, **2**(3): 350-356. DOI: [10.3153/jfscom.mug.200723](https://doi.org/10.3153/jfscom.mug.200723)
- Duygu, D. Y., Erkaya, İ.A. & Sızmaç, Ö. (2019).** Biochemical Compositions Of *Cladophora Glomerata* (Linnaeus) Kützing And *Mougeotia* Sp. Species Collected In Bulk From Natural Freshwater Environments. *Aquatic Research*, **2**(1), 24-31. DOI: [10.3153/AR19003](https://doi.org/10.3153/AR19003)
- El-Agbar, Z.A., Shakya, A.K., Khalaf, N.A. & Al-Haroon, M. (2008).** Comparative antioxidant activity of some edible plants. *Turkish Journal of Biology*, **32**(3), 193-196.
- Fabrowska, J., Messyasz, B., Szyling, J., Walkowiak, J. & Łeska, B. (2018).** Isolation of chlorophylls and carotenoids from freshwater algae using different extraction methods. *Phycological Research*, **66**(1), 52-57. DOI: [10.1111/pre.12191](https://doi.org/10.1111/pre.12191)
- Google. (2016).** Google Earth. <https://www.google.com/earth/>. <https://earth.google.com/web/>; searched on 10 December 2016.
- Guiry M.D. & Guiry G.M. (2021).** AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 20 May 2021.
- Hamidian, N. & Zamani, H. (2022).** Biomass production and nutritional properties of *Chlorella sorokiniana* grown on dairy wastewater. *Journal of Water Process Engineering*, **47**, 102760.
- John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J. (2002).** The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae. *Cambridge University Press*, 26-613.
- Katircioğlu, H., Asım, B., Türker, A. R., Atıcı, T. & Beyatlı, Y. (2008).** Removal of cadmium (II) ion from aqueous system by dry biomass, immobilized live and heat-inactivated *Oscillatoria* sp. H1 isolated from freshwater (Mogan Lake). *Bioresource Technology*, **99**(10), 4185-4191. DOI: [10.1016/j.biortech.2007.08.068](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.08.068)
- Keskinkaya, H.B., Gümüş, N. E., Aşıkutlu, B., Akköz, C., Okudan, E.Ş. & Karakurt, S. (2020).** Macro and Trace Element Levels of Green Algae *Codium fragile* (Suringar) Hariot 1889 From Dardanelles (Çanakkale/Turkey). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, **6**(2), 55-61.
- Kraan, S. (2013).** Pigments and minor compounds in algae. In *Functional ingredients from algae for foods and nutraceuticals* (pp. 205-251). Woodhead Publishing. DOI: [10.1533/9780857098689.1.205](https://doi.org/10.1533/9780857098689.1.205)
- Lee, R.E. (2008).** Phycology. *Cambridge University Press*, 614 pp.
- Lichtenthaler, H.K. & Wellburn, A.R. (1983).** Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, **11**(5), 591-592.
- Liu, X., Yuan, W., Sharma-Shivappa, R. & van Zanten, J. (2017).** Antioxidant activity of phlorotannins from brown algae. *International Journal of Agricultural And Biological Engineering*, **10**(6), 184-191. DOI: [10.25165/j.ijabe.20171006.2854](https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20171006.2854)
- Martinez-Morales, F., Alonso-Castro, A.J., Zapata-Morales, J.R., Carranza-Álvarez, C. & Aragon-Martinez, O.H. (2020).** Use of standardized units for a correct interpretation of IC50 values obtained from the inhibition of the DPPH radical by natural antioxidants. *Chemical Papers*, **74**(10), 3325-3334. DOI: [10.1007/s11696-020-01161-x](https://doi.org/10.1007/s11696-020-01161-x)
- McCormick, P.V. & Cairns, J. (1994).** Algae as indicators of environmental change. *Journal of Applied Phycology*, **6**(5), 509-526.
- Moss, B. (2010).** Ecology of fresh waters: a view for the twenty-first century. *John Wiley & Sons*, 480 pp.
- Munir, N., Sharif, N., Naz, S. & Manzoor, F. (2013).** Algae: a potent antioxidant source. *Sky J. Microbiol. Res*, **1**(3), 22-31.
- Pham-Huy, L.A., He, H. & Pham-Huy, C. (2008).** Free radicals, antioxidants in disease and health. *International journal of biomedical science: IJBS*, **4**(2), 89.
- Prasanna, R., Sood, A., Suresh, A., Nayak, S. & Kaushik, B. (2007).** Potentials and applications of algal pigments in biology and industry. *Acta Botanica Hungarica*, **49**(1-2), 131-156. DOI: [10.1556/abot.49.2007.1-2.14](https://doi.org/10.1556/abot.49.2007.1-2.14)
- Prescott, G.W. (1973).** Algae of the western Great Lakes Area. *WC Brown Company Dubuque*, 680-974.
- Pulz, O. & Gross, W. (2004).** Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **65**, 635-648. DOI: [10.1007/s00253-004-1647-x](https://doi.org/10.1007/s00253-004-1647-x)
- Qing, C., Zhang, H., Chen, A., Lin, Y. & Shao, J. (2020).** Effects and possible mechanisms of sanguinarine on the competition between *Raphidiopsis raciborskii* (Cyanophyta) and *Scenedesmus obliquus* (Chlorophyta): A comparative

- toxicological study. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **206**, 111192. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2020.111192](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111192)
- Rippka, R. (1988)**. [1] Isolation and purification of cyanobacteria. *Methods in Enzymology*, **167**, 3-27.
- Seyfabadi, J., Ramezanzpour, Z. & Amini Khoeyi, Z. (2011)**. Protein, fatty acid, and pigment content of *Chlorella vulgaris* under different light regimes. *Journal of Applied Phycology*, **23**(4), 721-726. DOI: [10.1007/s10811-010-9569-8](https://doi.org/10.1007/s10811-010-9569-8)
- Souza, B.W., Cerqueira, M.A., Martins, J.T., Quintas, M.A., Ferreira, A.C., Teixeira, J.A. & Vicente, A.A. (2011)**. Antioxidant potential of two red seaweeds from the Brazilian coasts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **59**(10), 5589-5594. DOI: [10.1021/jf200999n](https://doi.org/10.1021/jf200999n)
- Wijffels, R.H., Kruse, O. & Hellingwerf, K. J. (2013)**. Potential of industrial biotechnology with cyanobacteria and eukaryotic microalgae. *Current Opinion in Biotechnology*, **24**(3), 405-413. DOI: [10.1016/j.copbio.2013.04.004](https://doi.org/10.1016/j.copbio.2013.04.004)
- Yiğitkurt, S., Kirtik, A., Uğur, S. & Durmaz, Y. (2020)**. Pigment Potential of Macroalgae Collected from The Coasts of Izmir Bay. *Menba Journal of Fisheries Faculty*, **6**(2), 45-52.
- Yim, J.H., Seo, Y.B., Kim, S.M. & Jeon, Y.J. (2021)**. Recent Research Trends of Cryopreservation Technology Based on Microalgae Chlorophyta. *Journal of Life Science*, **31**(10), 960-968. DOI: [10.5352/JLS.2021.31.10.960](https://doi.org/10.5352/JLS.2021.31.10.960)
- Zamani, H. & Moradshahi, A. (2014)**. Evaluation of total reducing capacity in three *Dunaliella salina* (Dunal) Teodoresco isolates. *Journal of applied phycology*, **26**(1), 369-376. DOI: [10.1007/s10811-013-0074-8](https://doi.org/10.1007/s10811-013-0074-8)



Aksu Deresi (Giresun, Türkiye) Fenol Kirliliği Üzerine Bir Araştırma

Selda PALABIYIK^{1*} Tamer AKKAN²

¹Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Sosyal Bilimler MYO, Şebinkarahisar, Giresun, Türkiye

²Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, Türkiye

Geliş/Received: 07.06.2022

Kabul/Accepted: 17.06.2022

Yayın/Published: 30.06.2022

Atıf yapmak için: Palabiyik, S. & Akkan, T. (2022). Aksu Deresi (Giresun, Türkiye) Fenol Kirliliği Üzerine Bir Araştırma. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(2), 235-240.

How to cite: Palabiyik, S. & Akkan, T. (2022). A Study on Phenol Pollution in the Aksu Creek (Giresun, Turkey). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 235-240.

*[id](https://orcid.org/0000-0001-6457-5733): <https://orcid.org/0000-0001-6457-5733>
[id](https://orcid.org/0000-0002-9866-4475): <https://orcid.org/0000-0002-9866-4475>

*Sorumlu yazar:
Selda PALABIYIK
Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Sosyal
Bilimler MYO, Şebinkarahisar, Giresun,
Türkiye
✉: selda.palabiyik@giresun.edu.tr

Öz: Fenol ve türevleri çevrede yaygın olarak bulunmakta ve su kalitesinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Sucul ortamlarda fenollerin varlığı aynı zamanda ortamdaki petrokimya, zirai, endüstriyel ve belediye atık sularıyla da ilişkilidir. Fenol, kirlilik oluşturduğu sucul ekosistemler başta olmak üzere, insana kadar uzanan tüm besin zincirinde biyobirikim ve toksisiteye neden olduğundan, izlenmesi gereken bir değişkendir. Bu çalışmada, Aksu Deresi'ndeki toplam fenol konsantrasyonunun mevsimsel açıdan tanımlanması ve nicelleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda Aksu Deresi'nden mevsimsel örnekleme ile üç farklı noktadan toplanan yüzey suyu numunelerinde fenol konsantrasyonları araştırılmıştır. Su örneklerinin toplam fenol konsantrasyonlarının 0,069 mg/L ile 1,125 mg/L arasında olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, istasyonlara göre fenol birikiminde anlamlı bir farklılık bulunmadığı ($p>0,05$), ilkbahar ile yaz ve sonbahar ile kış mevsimlerinin kendi aralarında kümeleştikleri kaydedilmiştir. Sonuç olarak, Aksu Deresi yüzey suyu örneklerindeki fenol kirliliğinin, geçmiş yıllarda belirlenen konsantrasyonlara göre dramatik bir yükseliş eğilimi göstermesinin dikkate değer düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Aksu Deresi, Fenol, Giresun, Su kalitesi.

A Study on Phenol Pollution in the Aksu Creek (Giresun, Turkey)

Abstract: The phenol and its derivatives are widespread found in environment and accepted as an significant indicator of water quality. Presence of phenols in aquatic environments is also associated with petrochemical, agricultural, industrial and municipal wastewater in environment. Phenol is a variable that should be monitored since it causes bioaccumulation and toxicity in the entire food chain extending to people, especially in aquatic ecosystems where it pollutes. In this article, it is aimed to define and quantify total amount of phenol concentration in Aksu Creek in terms of seasonal periods. Total phenol concentrations of water samples has reported between 0.069 mg/L and 1.125 mg/L. Moreover, it is noted that there is no substantial difference found in phenol accumulation based upon the stations ($p>0,05$), and the seasons spring and summer and autumn and winter are found to be clustered among themselves. Consequently, it is determined that the phenol pollution in Aksu Creek surface water samples are shown a dramatical increment trend compared to the concentrations determined in past years.

*Corresponding author:
Selda PALABIYIK
Giresun University, Şebinkarahisar
Vocational School of Social Sciences,
Şebinkarahisar, Giresun, Türkiye
✉: selda.palabiyik@giresun.edu.tr

Keywords: Aksu Creek, Phenol, Giresun, Water quality.

GİRİŞ

Günümüzde doğal kaynaklarda meydana gelen farklı nitelikteki kirlenmelere ek olarak, salgın hastalıklardaki artış ile küresel çapta yaşanan sosyoekonomik yapıdaki değişimler de birçok sorunu beraberinde getirmektedir. İnsanoğlu da bu değişim sürecinde sağlıklı ve sürdürülebilir bir yaşam parolası arayışı içerisinde. Bu bağlamda ele alınan doğal kaynaklar arasında su oldukça önemli bir yere sahiptir. Su kaynaklarındaki kirlenmenin kökeni her ne olursa olsun, başta sanayi devrimi ve beraberinde getirdiği nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacını karşılama noktasında tercih edilen zirai ilaçlara dayalı kontrolsüz tarım faaliyetlerinin doğal su kaynaklarımıza vermiş olduğu zarar da dikkat çeker bir hal almıştır (Mutlu vd., 2018; Bat vd., 2021; Yücel & Çam, 2021). Bununla birlikte yaşadığımız çağın gereksinimleri doğrultusunda antropojenik aktivitelerden kaynaklanan çok farklı nitelikteki kirletici unsurlar dikkat çekmekte ve araştırmacılar tarafından izleme programları ile sürekli kontrol edilmektedir (Minareci & Bazer, 2019; Acar vd., 2021; Gümüş, 2021; Sukatar vd., 2021; Verep & Mutlu, 2022).

Su kaynaklarının kalitesi ve kirlenme probleminin irdelenmesinde birden çok sınıflandırma mevcut olup, özellikle insan sağlığına doğrudan olumsuz etkisi olduğu tespit edilmiş ve dolayısıyla limit değerleri belirlenmiş olan değişkenler öncelikli parametreler kapsamında ele alınmaktadır. Bu kapsamda değerlendirilen Fenol, renksiz ve kristal bir yapıdadır. Doğal olarak kömür katranında bulunan fenoller, aynı zamanda sentetik ürün olarak da mevcudiyetini sürdürebilmektedir. Farklı nitelikteki birçok ticari faaliyette özellikle, petrol, plastik, ilaç, boya, reçine ve deterjan proseslerinde fenol veya fenollü bileşiklerin kullanımı söz konusudur. Fenol veya türevlerinin bu endüstriyel kullanımı esnasında su kaynaklarına bulaşımın yanı sıra; ağaç ürünlerinin doğal bozunumu ile tarım ve hayvancılık faaliyetlerinden ve evsel atık su deşarjlarından da çevreye bulaşı söz konusudur (Nemerov vd., 2009). Fenol ve türevleri, su ortamlarında birikerek zayıf bir asit gibi davranabilir. Dahası, büyük ölçüde yükseltgenbilir olduklarından sudaki çözünmüş oksijeni azaltırlar (Basha vd., 2010). Zayıf biyolojik bozunabilirlikleri, yüksek toksisite ve ekolojik yönleri nedeniyle endüstriyel atık sularındaki başlıca tehlikeli bileşiklerdendir. Eliminasyonu oldukça zor olan bu bileşikler ciddi çevresel problemlere neden olmakla birlikte sucul yaşam, insan ve bitki yaşamı için yüksek toksisite içeriği nedeniyle de bilinen tehlikeli bir kimyasal grubudur. Toksik etkileri nedeniyle ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), Avrupa Birliği (AB) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi farklı dünya kuruluşları tarafından öncelikli kirleticiler olarak listelenmektedir. Bilinen en tehlikeli organik kirleticilerden olan fenol ve

türevlerinin toksisitesi, esas olarak hidrofobik karakterlerinden ve ayrıca serbest radikal oluşturma yeteneklerinden ileri gelmektedir (EPA, 1978). Fenolün sucul ekosistemlerde tüm organizmalar için LC 50 değerleri, 0,26 ila 1204,6 mg/L aralığı gibi geniş bir yelpazede değişmekte olup, bu durum fenolün kimyasal toksisitesinin türden türe de değiştiğini göstermektedir (Duan vd., 2018).

Doğal bozunmaya karşı dirençli ve biyoakümüle yeteneği fazla olan polisiklik aromatik bileşikler yapılarında barındırması; insanlarda ve yüksek organizasyonlu memelilerde kanserojenik, teratojenik ve mutajenik potansiyelini göstermektedir. Konsantrasyon seviyesi ve maruz kalma süresine bağlı olarak, fenollerin ve/veya türevlerinin tümörlere neden olduğu, üreme sistemini etkilediği ve bağışıklığın azalmasına neden olduğu bilinmektedir. Fenolik kirleticilerin, insan vücudunu mukoza, sindirim sistemi, solunum yolu ve deri yoluyla istila eden ve vücuttaki proteinlerle kimyasal olarak reaksiyona giren oldukça toksik organik kirletici olduğu, protein denatüre ettiği, pıhtılaşmaya sebebiyet vererek hücre inaktivasyonu ile süreci sonlandırdığı bilinmektedir (Sun vd., 2022). Benzer şekilde, güçlü penetrasyon yeteneği nedeniyle dokuya nüfuz ederek hayvanlarda ve insanlarda sistemik zehirlenmelere, hatta ağır vakalarda ölüme neden olabileceği ifade edilmektedir (Hansch vd., 2000). Fenolik organik kirleticilerin insanda akut toksisite etkileri tahriş, kusma, ishal, zihin karışıklığı ve mide bulantısı şeklindedir. Vücut sıcaklığının artması, aşırı terleme, koordine olmayan hareket, kas seğirmesi ve koma ek yan etkilerdir. Fenolik organik kirleticiler ile temas (özellikle buhar şeklinde) cildi, gözleri ve ağız tahriş edebilir (Adeola vd., 2018).

Fenol ve türevlerinin sadece sucul ekosistemlerde değil, besin zincirinin tüm halkalarında mevcudiyetini sürdürebilmesi ve canlı yaşamını tehdit etmesi, mutlak suretle izlenmesini ve kontrol altında tutulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle mevcut çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tatlı su rezervleri bakımından önemli bir yere sahip, Giresun ilinin en önemli tatlı su kaynaklarından biri kabul edilen ve aynı zamanda il merkezinden Karadeniz'e deşarj olan Aksu Deresi'ndeki toplam fenol konsantrasyonu araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışma Alanı ve İstasyonlar: Karadeniz Bölgesi Giresun ili Merkez ilçe (Duroğlu Beldesi) sınırları içerisinde yer alan Aksu Deresi, kaynağını Giresun Dağları'ndan almaktadır. 3107 m yükseklikte Karagöl bölgesinden doğup, Kızıldaş, Sarıyakup, Pınarlar ve Güdül bölgelerindeki birçok dere ile beslenerek 60 km mesafe

aldıktan sonra Merkez ilçenin doğu sınırından Karadeniz'e dökülür. Aksu Havzası güneyinde Kılıç Dağı (3107 m) en yüksek alanı oluşturmaktadır. Yükselti farkı 3107 m ile oldukça fazladır, eğim değerleri 0° ile 90° arasında değişir. Aksu Deresi'ne su toplayan havzanın alanı 731 km², çevre uzunluğu 129,4 km, maksimum yüksekliği 3107 m, ana kanal uzunluğu 58,8 km ve eğimi de %4,5'tir. Havza medyan değeri 2102,3m, akarsu derecesi 4, drenaj yoğunluğu 0,48 km⁻¹ ve kanal frekansı ise 0,16 su yolu/km²'dir. Soğucaksu, Kargılımacun, Tehneli, Karpuz, Küçükaksu, Kırkgeçit, Bafadan, Tatlıçay, Çobanözü, Eğriöz, Hayıtlı, Karganlı, Asar, Naneli, Kuzgun dereleri gibi yan kollardan oluşur (Anlı, 2003). Akarsu yüzeyi 250 ha ve debisi 562,0 hm³/yıl'dır. Giresun ilinin yüzey suyu toplam su kaynağı potansiyeli 4373 hm³/yıl olup, bunun 562,0 hm³/yılı Aksu Deresi'nden sağlanmaktadır. Aksu Deresi'nin meydana getirdiği alüvyal dolgular ayrıca, yer altı suyu akiferlerini de oluşturmaktadır. Giresun Merkez ilçe içme suyunun temin edildiği Etbaşoğlu ve Duroğlu kuyuları Aksu Deresi ile beslenmektedir. Mevcut kuyulardan temin edilen suyun ise sadece klorlanarak şebekeye verildiği bilinmektedir (İl Çevre Durum Raporu, 2020).

Giresun il merkezinin en önemli tatlı su rezervlerinden biri olan Aksu Deresi, başta HES faaliyetleri olmak üzere, doğrudan ve/veya dolaylı olarak madencilik, tarımsal faaliyetler, yoğun evsel atık ve sanayi atıklarına maruz kalmaktadır (İl Çevre Durum Raporu, 2020). Su numunelerinin örneklendiği 1 nolu istasyon, antropojenik baskının diğer bölgelere nazaran daha düşük olduğu ve derenin karakteristiğini temsil eden bölgeyi, 2 nolu istasyon Dereli ilçe merkezinin Giresun istikameti çıkışındaki bölgeyi ve 3 nolu istasyon Aksu Deresi'nin Karadeniz'e deşarj olduğu ancak tatlısu kütlelerinin deniz suyu ile karışmadığı bölgeyi kapsamaktadır.



Şekil 1. Örnek toplama istasyonları (Google Earth).
Figure 1. Sample collection stations (Google Earth).

Su Örneklerinin Toplanması ve Analiz Aşaması:

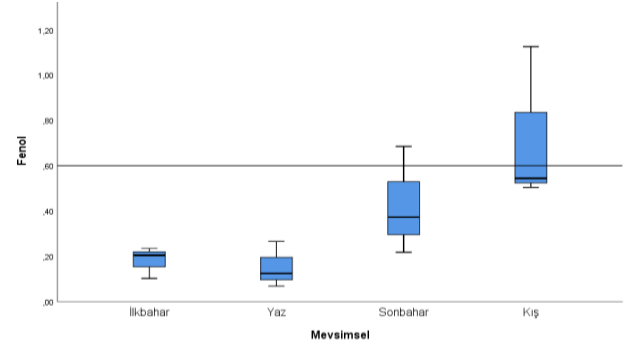
Su örneklerinin toplanması amacıyla çalışmada kullanılan numune kapları operasyon öncesinde; sırası ile normal yıkama, zayıf asit banyosu ve deiyonize sudan geçirilerek temizlenmiş ve etüvde kurularak kullanıma hazır hale

getirilmiştir. Su numunesi toplama işlemi TSE standardına uygun olacak şekilde, koyu renkli cam şişeler aracılığı ile mevsimsel olarak 2018 yılı içerisinde 3 farklı istasyondan toplanmıştır. Her bir istasyonu temsilen, o istasyonun üç farklı noktasından aynı hacimde toplanan örnekler birleştirilmiştir. Toplanan su örnekleri 2 saat içerisinde soğuk zincir altında laboratuvar ortamına taşınarak bekletilmeden analiz edilmiştir.

Yüzeysel su örneklerinde fenol tayini için kolorimetrik yöntem kullanılmıştır. Fenolün alkali ortamda potasyum ferrisiyanit varlığında 4-aminoantipirin ile reaksiyonu sonucunda turuncu bir rengin meydana gelmesi prensibinden faydalanılmıştır. Numunelerdeki kalıntı fenol konsantrasyonunu, oluşan rengin 500 nm dalga boyunda absorpsiyonuna dayalı olarak hazırlanan standart eğriye göre hesaplanarak mg/L cinsinden ölçüm kaydedilmiştir (Balcı vd., 2017). Tüm işlemler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen değerlerin istatistiksel hesaplamaları SPSS 25 paket programı ile gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

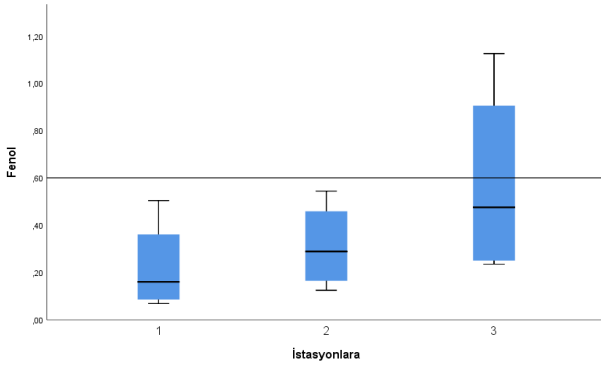
Aksu Deresi'nin üç farklı noktasından mevsimsel olarak tespit edilen toplam fenol miktarındaki değişim grafiği Şekil 2'deki gibi kayıt edilmiştir.



Şekil 2. Toplam fenol konsantrasyonunun mevsimsel değişimi (mg/L).

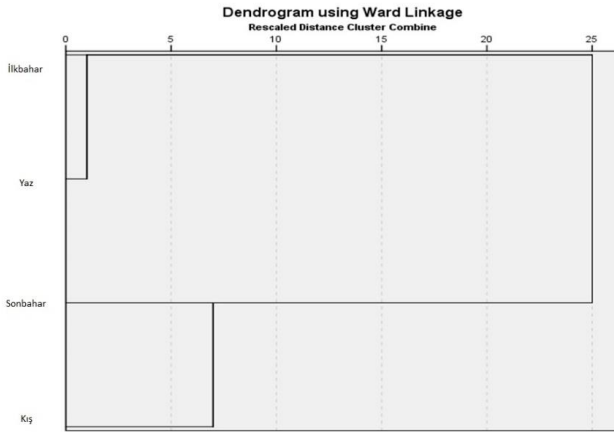
Figure 2. Distribution of seasonal variation in total phenol concentration (mg/L).

İstasyonlara göre mukayese yapıldığında ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde toplam fenol konsantrasyonu sırasıyla; 1. istasyonda: 0,103 mg/L, 0,069 mg/L, 0,218 mg/L ve 0,504 mg/L; 2. istasyonda: 0,205 mg/L, 0,125 mg/L, 0,373 mg/L ve 0,544 mg/L; 3. istasyonda 0,235 mg/L, 0,266 mg/L, 0,685 mg/L ve 1,125 mg/L olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Su örneklerinde tespit edilen fenol konsantrasyonları arasında istasyonlara göre anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($p>0,05$). Ayrıca, kümeleme analizi sonucunda fenol konsantrasyonunun ilkbahar ile yaz mevsimi ve sonbahar ile kış mevsimi arasında yakın ilişkili gruplar oluşturduğu rapor edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. İstasyonlara göre toplam fenol konsantrasyonu değişimi (mg/L).

Figure 3. Distribution of stational variation in total phenol concentration (mg/L).



Şekil 4. Hiyerarşik kümeleme (HCA) analizi sonuçları.

Figure 4. Results of hierarchical clustering (HCA) analysis.

Suda oldukça çözünebilir olan fenol, eğer su klorlanmayacak ise 100 µg/L konsantrasyona kadar kabul edilebilir (Nemerov vd., 2009). Ancak klorlama neticesinde oluşabilecek yan ürünler nedeniyle suda toplam fenol içeriği 1 µg/L konsantrasyonun altında olmalıdır (De Zuane, 1990). AB standartlarına göre fenol, “yüksek miktarda bulunması istenmeyen maddeler” arasında listelenmiş ve en yüksek izin verilebilir konsantrasyon 0,5 µg/L C₆H₅OH olarak belirlenmiştir (klorla reaksiyon vermeyen fenoller hariç olmak üzere). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kılavuzlarına göre ise, içme suyunda izin verilen fenolik konsantrasyonu 0,001 mg/L’dir (Rao vd., 2010; Aghav vd., 2011; WHO, 2011; Rosales vd., 2016; Nasiri vd., 2018; Othmani vd., 2022). Küresel ölçekte yapılan çalışmalarda fenol konsantrasyonunun, Singapur nehirlerinde 0,12 µg/L ile 5,9 µg/L aralığında (Tang vd., 2013), Polonya’da 0,02 µg/L ile 7,07 µg/L aralığında (Michałowicz vd., 2011), Moskova Nehri (Rusya)’nde 0,9 µg/L ile 10,8 µg/L aralığında (Filipov vd., 2002), Almanya’da 43 µg/L ile 138 µg/L aralığında (Montero, 2005), Çin nehirlerinde 0,18 µg/L ile 135,5 µg/L aralığında (Zhong vd., 2018), Yunanistan’daki bazı doğal su kaynaklarında ise: Tripotamos: 19,4 µg/L, Koutikas: 10,2 µg/L, Arapitsa: 12 µg/L, Fdeseos: 11,9

µg/L, Sakolevas: 11,1 µg/L olduğu belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada farklı noktalardan örnekleme yapılan nehirlerdeki ortalama fenol değerleri değişimini ise yine µg/L düzeyinde; Aliakmon: 8,5 ile 11,2, Axios: 10,4 ile 11,2, Loudias: 12,4 ile 15,0 ve Strymon: 11,7 ile 13,2 aralığında ölçümlendiği rapor edilmiştir (Sofonio vd., 2000). Konsantrasyon aralıkları arasındaki farkların, bu fenolik bileşiklerin farklı ülkeler arasındaki tüketim modelindeki değişimlerinin yanı sıra iklim ve su kalitesi farklılıklarını da yansıttığı ifade edilmektedir (Ramos vd., 2021).

Ülkemizde, Mudurnu Nehri’nde yapılan bir araştırmada en yüksek ve en düşük fenol değerleri sırasıyla 0,6 mg/L ve 0,1 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada ortalama en düşük fenol değeri 0,15 mg/L, en yüksek fenol değeri ise 0,27 mg/L olarak rapor edilmiştir (Bayraktar, 2007). Değirmendere Deresi (Trabzon) fenol içeriğinin 0,005-0,007 mg/L aralığında olduğu bildirilmiştir (Boran ve Karaçam, 1996). Aksu Deresi’nde çalışmamızdan daha önce DSİ 22. Bölge Müdürlüğü (Trabzon) tarafından 2014 yılı boyunca gerçekleştirilen analizlerde en yüksek fenol konsantrasyonu 0,012 mg/L olarak rapor edilmiş olup, bu değer bizim en küçük bulgumuz olan 0,069 mg/L’den çok daha düşük olarak kayıt edilmiştir. Literatür çalışmalarıyla yapılan mukayeseye göre Aksu Deresi suyunda tespit edilen toplam fenol miktarının oldukça yüksek düzeyde olduğu ortaya çıkarılmıştır. Sucul ekosistemlerdeki fenol miktarındaki artışın, dereye yapılan evsel ve endüstriyel kaynaklı atık su deşarjının artması veya insan ve hayvan atıklarının suya karışması sonucunda meydana geldiği bilinmektedir (Bayraktar, 2007).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Fenollerin, farklı sucul ekosistemlerde ve endüstriyel atıklarda sıklıkla bulunmasına ek olarak, sadece suda değil aynı zamanda toprakta, gıda maddelerinde, kara ve deniz hayvanlarında da birikimleri, toksisite ve biyokonsantrasyon kapasiteleri nedeniyle analizleri ve kontrolleri birinci derecede önem taşımaktadır (Liu vd., 2012). İyi su çözünürlüğü ve hareketliliği nedeniyle, fenollerin içme suyuna bulaşması muhtemeldir ve düşük konsantrasyonlarda bile canlı popülasyonlar için büyük riske neden olabilir. Ayrıca, fenollerin çeşitli biyolojik süreçler üzerinde olumsuz etkileri olduğu da bilinmektedir (Othmani vd., 2022). Sucul ekosistemdeki fenolik kirleticilerin etkili bir şekilde tespitinin ve giderimi küresel bir sorun haline geldiği ortadadır (Wu vd., 2022). Bu nedenle çalışmamızda, Giresun ilinin en önemli tatlı su rezervlerinden biri olan ve Karadeniz’de sonlanan; enerji, tarımsal faaliyet ve günlük kullanım gibi insani gereksinimlerden dolayı farklı birçok amaç için suyu kullanılan Aksu Deresi’ndeki toplam fenol mevcudiyeti araştırılmıştır.

Mevsimsel olarak gerçekleştirilen bu çalışmada analiz edilen her yüzeysel su numunesinde toplam fenol miktarı tespit edilmiştir. Üstelik su numunelerinde tespit edilen konsantrasyonların referans değerinin oldukça üzerinde seyretmesi konunun önemini daha da arttırmakta ve mutlak suretle önlem alınması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, literatür çalışmasında da tespit edilen fenol kirlilik düzeyinin dramatik bir şekilde arttığının tespit edilmesi, bir an önce gerekli tedbirlerin alınmasını zaruri kılmaktadır. Literatür bulgularında fenol kirliliğinin genellikle petrol rafinerisi, kömür işleme, petrokimya, ilaç ve diğer endüstriyel deşarjlar ile sucul ortama bulaştığının tespitine ilaveten, ilimiz 2019 yılı Çevre Durum Raporu'nda Aksu Deresi'ni alıcı ortam olarak kullanan işletmelerin de bu kirliliğe katkıda bulunabileceği düşüncesini ortaya çıkarmıştır. Bu durum, Aksu Deresi'nin ve deşarj olduğu Karadeniz'in fenol değişkeni bakımından mutlak suretle sürekli izleme programları ile daha hassas ve ayrıntılı yöntemlerle kontrol edilmesi gerektiği sonucunu da ortaya çıkarmaktadır. Aksi, halde ekosistemde yaşanacak biyobirikim ve/veya bozulma sonucunda insanlar da dahil olmak üzere tüm canlıları olumsuz etkileyecek durumların yaşanması kaçınılmaz olabilir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmadaki veriler Selda PALABIYIK'ın Doktora Tezi arazi çalışmaları paralelinde toplanan yüzey suyu örneklerinden analiz edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Acar, O., Sankazan, R. & Yalçınkaya, Ö. (2021).** Determinations of Cadmium, Tin, Copper, Iron and Zinc in Food Samples by Electrothermal and Flame Atomic Absorption Spectrometries. *Gazi University Journal of Science*, 1-1. DOI: [10.35378/gujs.956819](https://doi.org/10.35378/gujs.956819)
- Adeola, A.O. (2018).** Fate and toxicity of chlorinated phenols of environmental implications: a review. *Medicinal and Analytical Chemistry International Journal*, 2(4), 000126. DOI: [10.23880/macij-16000126](https://doi.org/10.23880/macij-16000126)
- Aghav, R.M., Kumar, S. & Mukherjee, S.N. (2011).** Artificial neural network modeling in competitive adsorption of phenol and resorcinol from water environment using some carbonaceous adsorbents. *Journal of hazardous materials*, 188(1-3), 67-77. DOI: [10.1016/j.jhazmat.2011.01.067](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.01.067)
- Anlı, A.S. (2003).** *Giresun İlindeki Aksu Çayı Su Toplama Havzasının Yağmur ve Akış Karakteristikleri Üzerinde Bir Çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Ank. Üniv., Fen Bil. Enst., Ankara, 162s.
- Balci, B., Erkurt, F.E. & Turan, E.S. (2017).** Halk Sağlığı İçin Tehdit Oluşturan Fenolün Sulardan Düşük Maliyetli Bir Aktif Karbon İle Giderimi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(EK-1): 49-54. DOI: [10.5505/TurkHijyen.2017.33044](https://doi.org/10.5505/TurkHijyen.2017.33044)
- Basha, K.M., Rajendran, A. & Thangavelu, V. (2010).** Recent advances in the biodegradation of phenol: a review. *Society of Applied Sciences*, 2, 219-234.
- Bat, L., Arici, E. & Öztekin, A. (2021).** Threats to Quality in the Coasts of the Black Sea: Heavy Metal Pollution of Seawater, Sediment, Macro-Algae and Seagrass. In *Spatial Modeling and Assessment of Environmental Contaminants* (pp. 289-325). Springer, Cham. DOI: [10.1007/978-3-030-63422-3_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63422-3_18)
- Bayraktar, İ. (2007).** *Mudurnu Deresi ve kollarında su kalitesinin*. Master's thesis, Sakarya Üniversitesi.
- Boran, M. & Karaçam, H. (1996).** The seasonal variation in pollutants load of Değirmendere and Karadere Rivers (Trabzon, Türkiye), (in Turkish). *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 3-4, 395-402.
- De Zuane, J. (1990).** *Handbook of Drinking Water Quality*. (2nd edition). ABD: John Wiley & Sons Inc.
- Duan, W., Meng, F., Cui, H., Lin, Y., Wang, G. & Wu, J. (2018).** Ecotoxicity of phenol and cresols to aquatic organisms: A review. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 157, 441-456. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2018.03.089](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.089)
- EPA. (1978).** Phenol: Ambient Water Quality Criteria, Washington, D.C.
- Filippov, O.A., Posokh, V.V., Tikhomirova, T.I., Shapovalova, E.N., Tsizin, G.I., Shpigun, O.A. & Zolotov, Y.A. (2002).** On-Line Sorption-Chromatographic Determination of Phenols with Amperometric Detection. *Journal of Analytical Chemistry*, 57(9), 788-793.
- Gümüş, N.E. (2021).** Akarçay Akarsuyu (Afyonkarahisar) su kalitesi ve ağır metal kirliliği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6(1), 120-127. DOI: [10.35229/jaes.839147](https://doi.org/10.35229/jaes.839147)
- Hansch, C., McKarns, S.C., Smith, C.J. & Doolittle, D.J. (2000).** Comparative QSAR evidence for a free-radical mechanism of phenol-induced toxicity. *Chemico-Biological Interactions*, 127(1), 61-72. DOI: [10.1016/S0009-2797\(00\)00171-X](https://doi.org/10.1016/S0009-2797(00)00171-X)
- İl Çevre Durum Raporu (2020).** Giresun İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ÇED, İzin ve Denetim Şube Müdürlüğü, Giresun.
- Liu, J., Wang, R., Huang, B., Lin, C., Zhou, J. & Pan, X. (2012).** Biological effects and bioaccumulation of steroidal and phenolic endocrine disrupting chemicals in high-back crucian carp exposed to wastewater treatment plant effluents. *Environmental pollution*, 162, 325-331. DOI: [10.1016/j.envpol.2011.11.036](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.11.036)
- Michalowicz, J., Stufka-Olczyk, J., Milczarek, A. & Michniewicz, M. (2011).** Analysis of annual fluctuations in the content of phenol, chlorophenols and their derivatives in chlorinated

- drinking waters. *Environmental Science and Pollution Research*, **18**(7), 1174-1183. DOI: [10.1007/s11356-011-0469-5](https://doi.org/10.1007/s11356-011-0469-5)
- Minareci, O. & Bazer, M. (2019)**. Küçük Menderes Nehri yüzey suyunda anyonik deterjan kirliliği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **19**(2), 267-274. DOI: [10.35414/akufemubid.554586](https://doi.org/10.35414/akufemubid.554586)
- Montero, L., Conradi, S., Weiss, H. & Popp, P. (2005)**. Determination of phenols in lake and ground water samples by stir bar sorptive extraction-thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*, **1071**, 163-169. DOI: [10.1016/j.chroma.2005.01.097](https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.01.097)
- Mutlu, C., Eraslan Akkan, B. & Verep, B. (2018)**. The heavy metal assessment of Harsit Stream (Giresun, Turkey) using multivariate statistical techniques. *Fresenius Environmental Bulletin*, **27**(12B), 9851-9858.
- Nasiri, E.F., Kebria, D.Y. & Qaderi, F. (2018)**. An experimental study on the simultaneous phenol and chromium removal from water using titanium dioxide photocatalyst. *Civil Engineering Journal*, **4**(3), 585-593. DOI: [10.28991/cej-0309117](https://doi.org/10.28991/cej-0309117)
- Nemerov, N.L. (Ed.). (2009)**. *Environmental Engineering -Water, Wastewater, Soil and Groundwater Treatment and Remediation*. (6th edition). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Othmani, A., Magdouli, S., Kumar, P.S., Kapoor, A., Chellam, P.V. & Gökkuş, Ö. (2022)**. Agricultural waste materials for adsorptive removal of phenols, chromium (VI) and cadmium (II) from wastewater: A review. *Environmental Research*, **204**, 111916. DOI: [10.1016/j.envres.2021.111916](https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111916)
- Ramos, R.L., Moreira, V.R., Lebron, Y.A., Santos, A.V., Santos, L.V. & Amaral, M.C. (2021)**. Phenolic compounds seasonal occurrence and risk assessment in surface and treated waters in Minas Gerais-Brazil. *Environmental Pollution*, **268**, 115782. DOI: [10.1016/j.envpol.2020.115782](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115782)
- Rao, K.S., Mohapatra, M., Anand, S. & Venkateswarlu, P. (2010)**. Review on cadmium removal from aqueous solutions. *International journal of engineering, science and technology*, **2**(7). DOI: [10.4314/ijest.v2i7.63747](https://doi.org/10.4314/ijest.v2i7.63747)
- Rosales, E., Mejjide, J., Tavares, T., Pazos, M. & Sanromán, M.A. (2016)**. Grapefruit peelings as a promising biosorbent for the removal of leather dyes and hexavalent chromium. *Process Safety and Environmental Protection*, **101**, 61-71. DOI: [10.1016/j.psep.2016.03.006](https://doi.org/10.1016/j.psep.2016.03.006)
- Sofoniou, Michael K., Zachariadis, George A., Anthemidis, Aristidis N. & Kouimtzis, Themistoclis A. (2000)**. Spectrophotometric Determination of Phenols and Cyanides After Distillation from Natural Waters. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, **78**(3-4), 353-365, DOI: [10.1080/03067310008041353](https://doi.org/10.1080/03067310008041353)
- Sukatar, A., Ertas, A. & Kızılkaya, İ.T. (2021)**. Assessment of Water Quality in Brackish Lake Bafa (Muğla, Turkey) by Using Multivariate Statistical Techniques. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, **7**(3), 271-284. DOI: [10.17216/LimnoFish.774739](https://doi.org/10.17216/LimnoFish.774739)
- Sun, J., Mu, Q., Kimura, H., Murugadoss, V., He, M., Du, W. & Hou, C. (2022)**. Oxidative Degradation of Phenols and Substituted Phenols in The Water and Atmosphere: a review. *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 1-14. DOI: [10.1007/s42114-022-00435-0](https://doi.org/10.1007/s42114-022-00435-0)
- Tang, S., Lin, X. H., Li, S.F.Y. & Lee, H.K. (2014)**. In-syringe dispersive solid-phase extraction using dissolvable layered double oxide hollow spheres as sorbent followed by high-performance liquid chromatography for determination of 11 phenols in river water. *Journal of Chromatography A*, **1373**, 31-39. DOI: [10.1016/j.chroma.2014.11.031](https://doi.org/10.1016/j.chroma.2014.11.031)
- Verep, B. & Mutlu, T. (2022)**. Heavy Metal Concentrations and Health Risk Assessment in *Sarda sarda* (Bloch, 1793) Caught in the Turkish Black Sea Coasts. *Acta Aquatica Turcica*, **18**(2), 208-216. DOI: [10.22392/actaquatr.1012944](https://doi.org/10.22392/actaquatr.1012944)
- WHO, G. (2011)**. Guidelines for drinking-water quality. *World Health Organization*, **216**, 303-304.
- Wu, P., Zhang, Z., Luo, Y., Bai, Y. & Fan, J. (2022)**. Bioremediation of phenolic pollutants by algae-current status and challenges. *Bioresource Technology*, 126930. DOI: [10.1016/j.biortech.2022.126930](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.126930)
- Yücel, Y. & Çam, A. R. (2021)**. Assessment of Industrial Pollution Effects in Coastal Seawater (Northeastern Mediterranean Sea) With Chemometric Approach. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, **101**(1), 95-112. DOI: [10.1080/03067319.2019.1660877](https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1660877)
- Zhong, W., Wang, D. & Wang, Z. (2018)**. Distribution and Potential Ecological Risk of 50 Phenolic Compounds in Three Rivers in Tianjin, China. *Environmental Pollution*, **235**, 121-128. DOI: [10.1016/j.envpol.2017.12.037](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.037)