



Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences

(Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi)

E-ISSN 2548-0006

*JAES*

*AÇEH*

# *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*

*Journal of Anatolian  
Environmental and Animal Sciences*

**Cilt/Volume 5 • Sayı/Number 3 • 2020**



**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. Cemalettin 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. Iliia TSACHEV, Trakia University Faculty of Veterinary Medicine  
Prof. Dr. İhsan AKYURT, Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi (Emekli Öğretim Üyesi)  
Prof. Dr. İlkyay 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. Muhammet 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 Karşlı, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi  
Prof. Dr. Önder YILDIRIM, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi  
Prof. Dr. Ricardo PEREZ ENRÍQUEZ, Genética Acuicola Programa de Acuicultura Centro de Investigaciones Biológicas 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. Huriye Arınan 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 EMMANOUL, 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. Cemalettin 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. Raşan 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 FIRIDİN GAZI ÜNİVERSİTESİ, Fen bilimleri enstitüsü, Çevre ABD.  
Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU, Giresun Üniversitesi, Çevre Mühendisliği  
Dr. Şükri 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 BAŞÇINAR, 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, anatolianacademiccience@hotmail.com

Yayın Türü: Yaygın süreli ve hakemli

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	S/P. No
Tehlikeli Atık Sınıfında Olan Elektrik Ark Fırını Baca Tozlarından Hidrometalurjik Yöntemler Kullanılarak Zn Geri Kazanılması: Güncel Değerlendirmeler. Recovery of Zinc by Using Hydrometallurgical Methods from Electric Arc Furnace Dust in Hazardous Waste Class: Current Reviews.	Derleme Review	271-273 274-282
<b>Ahmet Orkun KALPAKLI, Şevval AYAZ, Sedat İLHAN &amp; Mert ZORAĞA</b> Elevit Yaylasının (Rize-Çamlıhemşin) Mera Kalitesinin Değerlendirilmesi. Evaluation of Pasture Quality of Elevit Plateau (Rize-Çamlıhemşin).	Research Araştırma	283-289
<b>Adil BAKOĞLU &amp; Muhammed İkbâl ÇATAL</b> Distribution of Metals in Organs and Tissues of <i>Cyprinus carpio</i> L., 1758 from Kızılırmak. Kızılırmak'ta Yaşayan <i>Cyprinus carpio</i> L., 1758'nun Organ ve Dokulardaki Metallerin Dağılımı.	Research Araştırma	290-294
<b>Öztek YARDIM &amp; Levent BAT</b> Antropojenik İklim Değişikliğinin Balıkçılık ve Su Ürünleri Üzerine Etki ve Yönetim Stratejilerine Genel Bir Bakış. An Overview of the Impact and Management Strategies of Anthropogenic Climate Change on Fisheries and Seafood.	Araştırma Research	295-303
<b>Gürkan DİKEN</b> Gökkuşluğu Alabalığı Anaç ve Larvalarında Görülen Gaz Kabarcığı Hastalığı Gas Bubble Disease in Broodstocks and Larvae in a Rainbow Trout ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	Araştırma Research	304-308
<b>Muhammed ARABACI, Boran KARATAŞ &amp; Mustafa AKKUŞ</b> Farklı Tuz Solüsyonlarının Gökkuşluğu Alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) Spermlerinin Dölleme Kabiliyeti Üzerine Etkisi. Effect of Different Salt Solutions on the Fertilization Ability of Rainbow Trout ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) Sperm.	Araştırma Research	309-312
<b>Mehmet ŞİMŞİR &amp; Süleyman AKHAN</b> <i>Cyprinus carpio</i> 'da Bakırın Solungaç Dokusunda Birikimi ve Na/K İyon Düzeylerine Etkisi. Copper Accumulation and Na/K Ion Levels in Gill Tissue of <i>Cyprinus carpio</i> .	Araştırma Research	313-317
<b>Hikmet Yeter ÇOĞUN &amp; Ferit KARGIN</b> <i>Sphingomonas melonis</i> ve <i>Bacillus muralis</i> 'in İndaziflam Herbisiti Üzerinde Biyoparçalanma Performansının Değerlendirilmesi. Biodegradation Performance of <i>Sphingomonas Melonis</i> And <i>Bacillus Muralis</i> On Herbicide İndaziflam.	Araştırma Research	318-324
<b>Gökhan Önder ERGÜVEN &amp; Gürdal KANAT</b> Keçiören (Ankara) İlçesi Balık Satış İşletmelerinde Çalışanların Sosyo-Ekonomik Analizi. Socio-Economic Analysis of Fisheries Enterprises Workers in Keçiören (Ankara) District.	Araştırma Research	325-329
<b>Merve ONAY &amp; Naciye ERDOĞAN SAĞLAM</b> Dişi ve Erkek Lepistes Balıklarında ( <i>Poecilia reticulata</i> ) Farklı Dozlarda Uygulanan Karanfil Yağının Anestezik Etkisi. Anesthetic Effect of Different Dose Clove Oil Administration in Female and Male Guppy Fish ( <i>Poecilia reticulata</i> ).	Araştırma Research	330-334
<b>Çetin YAĞCILAR, Tuba Özge YAŞAR &amp; Mehmet YARDIMCI</b> Estimation of Chemical Composition, <i>In Vitro</i> Digestibility and Metabolic Energy of Peanut Straw and Waste of Peanut Oil Factory. Yerfıstığı Samanı ve Yerfıstığı Yağ Fabrikası Atıklarının Kimyasal Kompozisyonu, <i>In Vitro</i> Sindirilebilirlik ve Metabolik Enerjisinin Belirlenmesi.	Research Araştırma	335-339
<b>Nurcan ÇETİNKAYA, Funda ERDEM &amp; Habip MURUZ</b> Afyonkarahisar İlinde Yurtıcı Kuşların Ateşli Silah Yaralanmaları Üzerine Bir Araştırma. A Research on Gun Shooting Injuries of the Raptors in Afyonkarahisar.	Araştırma Research	340-347
<b>Emine Hesna KANDIR &amp; Hüseyin KOÇAK</b> Dönerdere, Yumruklu, Değirmigöl ve Dolutaş Göletlerinin (Van, Türkiye) Su Kalitesi Özelliklerinin Belirlenmesi. Determination of Water Quality Characteristics of Dönerdere, Yumruklu, Değirmigöl and Dolutaş Ponds (Van, Turkey).	Araştırma Research	348-355
<b>Ataman Altuğ ATICI</b> Tavuk Kökenli <i>Enterococcus faecium</i> ve <i>Lactobacillus</i> Türlerinin Probiyotik Özelliklerinin Araştırılması. Investigation of Probiotic Properties of Chicken Originated <i>Enterococcus faecium</i> and <i>Lactobacillus</i> Species.	Araştırma Research	356-365
<b>Yağmur KOÇAK &amp; Alper ÇİFTÇİ</b> The First Record and Origin of <i>Salmo trutta</i> Populations Established in the Upper Tigris River and Lake Van Basin (Teleostei: Salmonidae). Yukarı Dicle Nehri ve Van Gölü Havzalarına Yerleşen <i>Salmo trutta</i> Popülasyonlarının İlk Kaydı ve Kökeni (Teleostei: Salmonidae).	Research Araştırma	366-372
<b>Cineyt KAYA</b> The Use of Different Sewing Methods in Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) Fish. Tilapia ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) Balıklarında Farklı Dikiş Yöntemlerinin Kullanımı.	Research Araştırma	373-377
<b>Şükrü ÖNALAN &amp; Tunahan SANCAK</b> The Current Fish Fauna of Hopa Stream (Artvin, Turkey). Hopa Çayı'nın Güncel Balık Faunası (Artvin, Türkiye).	Research Araştırma	378-381
<b>Davut TURAN &amp; Bülent VEREP</b> Length based growth estimation of sea cucumbers ( <i>H. verrucosa</i> and <i>H. pardalis</i> ) (Holothuroidea:Echinodermata) collected from coastal areas of Karachi, Pakistan (northern Arabian sea).	Araştırma	
Arap Denizinde (Pakistan) Deniz Hiyarlarının ( <i>H. verrucosa</i> and <i>H. pardalis</i> ) (Holothuroidea: Echinodermata) büyümesinin boya dayalı tahmini.	Research	382-389
<b>Quratulan AHME &amp; Sabri BILGIN &amp; Qadeer Mohammad ALI</b> Akuakültür İçin Yeni Bir Tür: Sargoz Balığı ( <i>Diplodus sargus</i> ). A New Species For Aquaculture: White Seabream ( <i>Diplodus sargus</i> ).	Research Araştırma	390-396
<b>Sevim HAMZAÇEBİ</b> Fırtına Deresindeki Gökkuşluğu Alabalık Çiftliklerinde izole edilen <i>Aeromonas</i> spp. İzolatlarının Antimikrobiyel Hassasiyetin Belirlenmesi. Determination of the Antimicrobial Susceptibilities of <i>Aeromonas</i> spp. Isolated from Rainbow Trout Farms on the Fırtına River	Araştırma Research	397-407
<b>Fikri BALTA</b> Türkiye'deki Fırat nehri drenajından <i>Oxynoemachelius</i> (Teleostei: Nemacheilidae) türlerinin COI-barkod bölgesine dayalı genetik tanımlama ve filogenetik ilişkileri. Genetic identification and phylogenetic relations of <i>Oxynoemachelius</i> species (Teleostei: Nemacheilidae) from drainage of Euphrates in Turkey based on COI-barcode region.	Research Araştırma	408-418
<b>Hande RAKICI, İsmail AKSU &amp; Yusuf BEKTAŞ</b> Designing New Multifunctional Food Pads Using Red Cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> ) Extract. Kırmızı lahanaya ( <i>Brassica oleracea</i> ) özütü kullanılarak yeni çok fonksiyonel gıda pedi tasarımı.	Research Araştırma	419-424
<b>Ayşe DEMİRBAS</b> Türkiye'de Bakteriyojik Su Kalitesi Konusunda Yapılan Bilimsel Araştırmaların Bibliyometrik Analizi (1999-2019). Bibliometric Profile of Scientific Research on Bacteriological Water Quality Studies in Turkey (1999-2019).	Araştırma Research	425-432
<b>Serdar AKDUMAN, Muhammed Ali DEMİRBAĞ &amp; Nüket SİVRİ</b> Sediment Kalitesi Değerlendirme Çalışmalarına Bir Örnek, Boğacık Deresi (Giresun). An Example of Sediment Quality Assessment Studies, Boğacık Creek (Giresun).	Araştırma Research	433-438
<b>Cengiz MUTLU, Ferhunde BAYRAKTAR &amp; Bülent VEREP</b> Fırtına Havzasının Bazı Havza Karakteristikleri ile Arazilerin Fizyografik Özelliklere Göre Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi. Determination of Some Basin Characteristics and Distribution of Lands According to Physiographic Features of Fırtına River Basin Using Geographical Information Systems.	Araştırma Research	439-449
<b>Turan Yüksek, Ali Erdem Özçelik &amp; Bülent Verep</b>		



## Tehlikeli Atık Sınıfında Olan Elektrik Ark Fırını Baca Tozlarından Hidrometalurjik Yöntemler Kullanılarak Çinkonun Geri Kazanılması: Güncel Değerlendirmeler

Ahmet Orkun KALPAKLI Şevval AYAZ Sedat İLHAN Mert ZORAĞA\*

*Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul, Türkiye*

Geliş/Received: 24.04.2020

Kabul/Accepted: 24.06.2020

Atf yapmak için: Kalpaklı, A.O., Ayaz, Ş., İlhan, S. & Zorağa, M. (2020). Tehlikeli Atık Sınıfında Olan Elektrik Ark Fırını Baca Tozlarından Hidrometalurjik Yöntemler Kullanılarak Çinkonun Geri Kazanılması: Güncel Değerlendirmeler. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 274-282.

How to cite: Kalpaklı, A.O., Ayaz, Ş., İlhan, S. & Zorağa, M. (2020). Recovery of Zinc by Using Hydrometallurgical Methods from Electric Arc Furnace Dust in Hazardous Waste Class: Current Reviews. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 274-282.

<https://orcid.org/0000-0002-8382-4085>  
<https://orcid.org/0000-0003-2891-8377>  
<https://orcid.org/0000-0001-9976-0955>  
<https://orcid.org/0000-0002-7723-728X>

**\*Sorumlu yazarın:**

Mert ZORAĞA  
Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa,  
Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme  
Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar,  
Istanbul, Türkiye.  
✉: [mzoraga@istanbul.edu.tr](mailto:mzoraga@istanbul.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (506) 279 00 43  
Faks : +90 (212) 473 71 80

**Öz:** Çelik üretiminde birincil hammadde kaynağı olarak demir cevheri kullanılırken; ikincil hammadde kaynağı ise çelik hurdalarıdır. Ülkemizde çelik üretiminin %80'i hammadde olarak çelik hurdalarının kullanıldığı Elektrik Ark Fırınlarında (EAF) gerçekleştirilmektedir. EAF'de çelik üretimi sırasında 1 ton çelik başına hurda bileşimine bağlı olarak %25-45 Zn içeren 14-20 kg baca tozu oluşmaktadır. Oluşan baca tozu önemli miktarda çinko, demir ve kurşun içerdiğinden tehlikeli atık olarak sınıflandırılmaktadır. EAF baca tozunun hem yüksek miktarda Zn içermesi hem de tehlikeli atık olarak sınıflandırılmasından dolayı son yıllarda EAF baca tozundan Zn kazanımı ile ilgili çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Bu nedenle son yıllarda EAF baca tozundan çinko kazanımı için hidrometalurjik uygulamalar yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Hidrometalurjik yöntemlerde amaç, asidik veya bazik çözeltiler kullanarak çinkoyu çözeltiye almak ve sonrasında liç çözeltilisinden solvent ekstraksiyon veya elektroliz ile Zn'yu kazanmaktır. Bu çalışmanın amacı EAF baca tozundan hidrometalurjik yöntemlerle Zn kazanımı ile ilgili günümüze kadar gerçekleştirilen çalışmaların incelenmesi ve derlenerek sunulmasıdır.

**Anahtar kelimeler:** EAF baca tozu, hidrometalurji, geri kazanım, çinko.

## Recovery of Zinc by Using Hydrometallurgical Methods from Electric Arc Furnace Dust in Hazardous Waste Class: Current Reviews

**\*Corresponding author's:**

Mert ZORAĞA  
Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of  
Engineering, Metallurgical and Materials  
Engineering Department, 34320 Avcılar,  
Istanbul, Türkiye.  
✉: [mzoraga@istanbul.edu.tr](mailto:mzoraga@istanbul.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (506) 279 00 43  
Fax : +90 (212) 473 71 80

**Abstract:** Iron ores are the primary resources for the steel production, while steel scraps are used as secondary resources. 80% of steel production is made in electric arc furnace (EAF) using steel scraps in Turkey. 14-20 kg EAF dust that contains 25-45% Zn is generated depending on the composition of scrap during the production of 1 ton steel. EAF dust is classified as hazardous waste due to including relatively high amounts of Zn, Fe and Pb. The number of studies on the recovery of Zn from EAFD has increased rapidly in recent years because of high Zn content of EAFD and strict restrictions on the storage. Therefore, hydrometallurgical processes have taken much attention for the recovery of Zn from EAFD in recent years. Zn containing solutions are obtained by leaching of EAFD in acidic or alkaline solutions in hydrometallurgical processes and then Zn is recovered using solvent extraction or electrolysis. Thus, acidic solutions are preferred. The aim of this work is to review studies carried out in literature for the recovery of Zn from EAFD by hydrometallurgical process

**Keywords:** EAF dust, hydrometallurgy, recovery, zinc.

## GİRİŞ

Kullanım ömrü sona eren ürünlerden gerçekleştirilen geri kazanım, dünyada hızla tükenen doğal kaynakları kurtarmaktadır. Günümüzde, yılda 600 milyon tondan fazla miktarda çelik üretimi ikincil hammaddelerden sağlanmakta olup hurdadan çelik üretimine yönelik baskın teknoloji, Elektrik Ark Fırını'dır (EAF). Bununla birlikte, EAF'de çelik üretimi sırasında 1 ton çelik başına 14-20 kg toz meydana gelmektedir. Bu durum, çevreye karşı zararlı olan tozların depolama sorununu ortaya çıkarmakta ve ayrıca da krom (Cr), kurşun (Pb) gibi metaller içerdiğinden toksisite bakımından da değerlendirilmesi gerekmektedir (Halli vd., 2018).

Öte yandan, bu toz fırının refrakterini olumsuz yönde etkileyen ve dolayısıyla fırın kullanım ekonomisine sıkıntı oluşturan çinko (Zn) içerdiğinden doğrudan çelik üretimine (EAF'ye) geri döndürülemez (Halli vd., 2018). EAF tozu metal oksit bakımından zengindir ve Cd, Pb, Zn ve Cr gibi ağır metaller içermektedir (Pelino vd., 2002; Pickles, 2009; Taha vd., 2017; Wannakamb vd., 2013). Her ne kadar Cr ve Pb çelik prosesi için büyük sorun teşkil etmese ve katkı maddesi olarak kullanılsalar da, toksik maddelerdir (Halli vd., 2018). Bu ağır metallerin varlığı nedeniyle, EAF tozu endüstriyel zehirli atık olarak kabul edilmektedir. Bu yüzden, Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından K061 tehlikeli endüstriyel katı atık olarak listelenmiş ve Avrupa Birliği atık kataloğunda tehlikeli bir olarak kodlanmıştır (Wannakamb vd., 2013).

Zn; bataryalar, lehim, dielektrik malzemeler ve piezoelektrik malzemelerdeki çeşitli uygulamalar için gereken önemli bir demir dışı metaldir. Yüksek tenörlü Zn cevherlerinin miktarı giderek azalmakta olup günümüz Zn talebini karşılamak için, Zn konsantrasyonlarının liç artıkları ve EAF tozları gibi ikincil malzemeleri kullanan ekonomik ve çevresel olarak güvenli metalurjik teknolojiler geliştirmek gerekmektedir. Bu atıkların çoğundaki Zn, çoğu asidik ve alkali çözeltilerde kararlı ve çözünmeyen çinko ferrit (franklinit,  $ZnFe_2O_4$ ) şeklinde bulunmaktadır.  $ZnFe_2O_4$ 'in işlenmesi için çeşitli pirometalurjik ve hidrometalurjik işlemler önerilmiştir. Pirometalurjik yöntemler, yüksek enerji tüketimi nedeniyle maliyetlidir ve toksik gaz emisyonları çevre sorunu oluşturmaktadır. Hidrometalurjik yöntemler ise proses ekonomisi ve çevresel nedenlerden dolayı tercih edilmektedir (Zhang vd., 2016).

Hidrometalurjik prosesler, düşük Zn içeren malzemelerin bile küçük çapta işlenmesi için çevresel olarak daha uygun ve ekonomiktir. Genellikle, sülfürik asit, hidroklorik asit, amonyak / amonyum karbonat, amonyum klorür, kostik soda, karboksilik asit vb. çözeltiler Zn çözünmesinde kullanılmaktadır. Liç çözeltilisinden gelen metal; çöktürme, kristalizasyon,

solvent ekstraksiyon, iyon değişimi, elektroliz gibi farklı yöntemlerle geri kazanılmaktadır (Jha vd., 2001).

Çelik üretimi sürecinde toz oluşumu, EAF çelik hurdasının ergimesi sırasında demirden daha yüksek buhar basıncına sahip metallerin buharlaşmasına dayanmaktadır. EAF tozunun kimyasal bileşimi temel olarak; hurda tipine, kalitesine, yükleme tekniklerine, üretilen çeliğin sınıfına, fırın işletme koşullarına ve oksitleyici-gaz hızına bağlı olup %30-36 Zn, %20-35 Fe, %0,3-6 Pb, %0,2-0,7 Cr, %1-10 Ca ve %0,01-0,2 Cd şeklindedir (Khataba vd., 2017).

Günümüzde EAF tozunu bertaraf etmek için çelik üreticilerinin kullanabileceği yöntemler tehlikeli atık depolama alanlarına göndermek, saha dışı bir işlemciye göndermek, yerinde veya bir yüklenici aracılığıyla imha etmek ve ürünü stabilize edip camlaştırarak satmak olarak sıralanabilir (Polsilapa & Wangyao, 2007).

### **Hidrometalurjik Yöntemlerle EAF Tozundan Zn**

**Liçi:** Elektriğin kullanıldığı çelik üretim endüstrisi söz konusu olduğunda; çevresel açıdan tehlikeli olduğu düşünülen atık baca tozlarının oluşumu da söz konusudur. Bu tozların içerisinde bulunan değerli metallerin (esas olarak Zn) geri kazanımı için kaynak olarak kullanarak çevresel etkisi azaltılabilmektedir (Piret & Castle, 1990; Wheatley & Pooley, 1990; Abdel Basir & Rabah, 1999). Yüksek tenörlü cevherlerin tükenmesiyle, ikincil kaynakların hidrometalurjik yöntemlerle işlenmesi metalurji endüstrilerinde değerli metallerin geri kazanılması için önem kazanmaktadır. Bu konuyla ilgili çok sayıda araştırma bulunmaktadır

Hidrometalurjik proseslerin pirometalurjik proseslere nazaran çevre dostu olduğu ve geri kazanım ile birincil metal üretimine kıyasla daha az enerji tüketildiği, aynı zamanda birincil hammaddeyi koruduğunu literatürde ifade edilmektedir (Wadhawan, 1998). Sanayide Cominco's Trail tesisindeki Zn liç artıklarının işlenmesi için farklı prosesleri gözden geçirilmiş ve ayrıca sıcak daldırma galvanizleme işlemi sırasında ortaya çıkan atıkların geri kazanımı, depolanması ve bertarafı için mevcut çeşitli proseslerin optimizasyonu da yapılmıştır. Literatürde kuru pil, Zn curuf ve Zn külünden metal geri kazanımı için pirometalurjik ve hidrometalurjik prosesler kullanımının önemini vurgulanmakla beraber, pirohidrometalurjik yöntemi takiben çinkonun geri kazanılması için kalsine edilen EAF tozunun daha sonra sülfürik asit ile liçi ve geleneksel Zn çöktürmesi ve elektroliz ile metal geri kazanımı ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Jha vd., 2001).

Ayrıca literatürde pirinç fabrikası tozlarından Zn ve Cu geri kazanılmasında sülfürik asit ve amonyum karbonat çözeltilerini kullanarak hidrometalurjik prosesler (Metaller ve Asitlerin Geri Kazanımı (MAR) Prosesi) incelenmiş ve ekonomik değerlendirmesi de yapılmıştır.

Atıkların ve ikincil kaynakların hidrometalurjik işlemlerinde, farklı çözücüler (sülfürik asit, hidroklorik asit, amonyak, sodyum hidroksit ve hidrojen peroksit ilavesi) kullanılarak yapılan çalışmalarda vardır. Asitlerdeki ekstraksiyon artışındaki sıralama ise literatürde  $\text{HNO}_3 > \text{HCl} > \text{H}_2\text{SO}_4$  sırasıyla verilmektedir (Jha vd., 2001).

Hidrometalurjik liç deneyleri enerji maliyetlerini düşürmek amacıyla atmosferik koşullarda yapılmaktadır. Çalışmalar mümkün olduğunca oda sıcaklığında ( $25^\circ\text{C}$ ) gerçekleştirilmektedir. Bu koşullar hammaddenin işlenmesi için uygun koşullardır. Sementasyon çalışmaları da aynı şartlar altında gerçekleştirilmektedir. EAF baca tozları için bir işlem ele alındığında, genellikle Zn'nun bir kısmının oldukça kolay liç edilebilen oksit formda bulunduğu ve Fe / Zn oranının yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumlar göz önüne alındığında, baca tozlarının işlenmesi için liç reaktifinin baca tozu içinde bulunan ferritlerden Zn geri kazanımı için bu fazı parçalayabilmesi ve liç aşamasından sonra Fe içermeyen Zn çözeltisi gerekliliği ön plana çıkmaktadır. EAF baca tozunda bulunan metallerin geri kazanımı, bu malzemelerin niteliği ile belirlenmektedir. Zn ferritlerin varlığında; Zn geri kazanımı için alkalın alternatifi veya kompleks liç, asidik liç kadar avantajlı değildir fakat nispeten Fe içermeyen döngü elde etme avantajını sağlamaktadır. Elementlerin hidrometalurjik teknikler kullanılarak zengin çözeltilerden geri kazanılması, solvent ekstraksiyonu işlemi için avantajlı bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Caravaca vd., 1994).

Zn geri kazanım oranını artırmak ve hidrometalurjik yöntemi geliştirmek için yapılmış çeşitli araştırmalar da mevcuttur. Ağırlık sülfürik asit gibi liç reaktifinin kullanılmasına odaklanmıştır, hidroklorik asit, nitrik ve sitrik asit, sodyum hidroksit ve toz atığa biyoliç uygulamak gibi farklı liç teknikleri de literatürde bulunmaktadır. Ayrıca kinetik çalışmanın gerçekleştirildiği, optimum liç parametrelerinin belirlendiği ve verilerin modellendiği çalışmalar da vardır (Shawabkey, 2010).

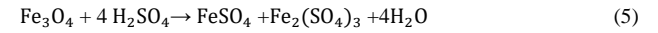
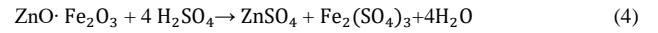
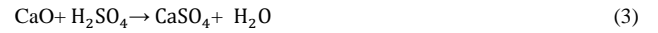
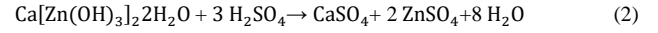
Yan vd., (2014), selektif indirgeme, kavurma, asidik liç ve manyetik ayırma işleminin kombinasyonu ile Zn ve Fe'i eşzamanlı olarak geri kazanmak için yaptıkları çalışmada Zn ferritin ZnO ve  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 'e etkili bir şekilde bozunabileceğini bulmuşlardır. Ayrıcı kükürt giderme işleminin, gelecekteki çalışmalarda yapılacak olan Zn ve Fe'in eşzamanlı geri kazanımı konusunda önemli bir konu olduğunu vurgulamışlardır (Yan vd., 2014).

#### **Asidik çözeltiler kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar**

**Sülfürik asit içeren çözeltilerle yapılan çalışmalar:** Elektrikli ark fırını (EAF) tozları ile çinko geri kazanımı için çözücü olarak sülfürik asit kullanımı en çok

tercih edilen yöntemdir. İngiltere'deki Warren Spring Laboratuvarı, %36 Zn içeren EAF tozlarının sülfürik asit liçini gerçekleştirmiş ve pH 2'de %85-90 çinko geri kazanımı ve  $90^\circ\text{C}$ 'de pH 3-4 aralığında %80 çinko geri kazanımı elde etmiştir. Çözeltide yüksek demir konsantrasyonunun ( $20-22\text{ g/L}$ ) mevcut olması nedeniyle filtreleme problemleri yaşamışlardır (Jha vd., 2001).

EAF tozlarının, sülfürik asit içeren çözeltilerde çözünmesi sırasında gerçekleşen olası reaksiyonlar aşağıda gösterilen Reaksiyon 1-5'de gösterilmiştir (Jha vd., 2001).



Kalsiyum oksit veya herhangi bir karbonat bileşiği, tüm sülfürik asit konsantrasyonlarında kolayca reaksiyona girmekte ve asit tüketimini artırmaktadır. Oluşan kalsiyum sülfat sınırlı bir çözünürlüğe sahip olduğundan kalıntıda kalmaktadır. Reaksiyon 4 yavaş gerçekleşmekte ve reaksiyon hızını artırmak için yüksek sıcaklık gerekmektedir (Jha vd., 2001).

Havlik vd. (2004), 900 mL, 0,4 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltisi kullanarak 700 rpm sabit karıştırma hızında 60 dk süreyle otoklavda EAF baca tozunun çözümlendirilmesine farklı asit/toz oranlarında çalışarak sıcaklığın ( $100-250^\circ\text{C}$ ) ve basıncın (1-41 bar) etkisini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada sıcaklığın ve basıncın Zn kazanım verimi üzerine önemli etkisinin olmadığını, asıl verimi etkileyen etmenin  $\text{H}_2\text{SO}_4$  konsantrasyonu olduğunu ifade etmişlerdir (Havlik vd., 2004). Havlik vd. (2005), hidrometalurjik yöntemle atmosferik basınçta EAF tozundaki Zn kazanımını  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltisiyle inceledikleri bir diğer çalışmada 300 mL, 0,4 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltisi kullanarak sıcaklığın ve asit/toz oranının verime etkisini incelemişlerdir. 60 dk'lık deneyler sonunda asit/toz=1,2 olduğunda ve  $80^\circ\text{C}$ 'de çalışıldığında %67'lik verime ulaşmışlardır. Zn geri kazanımı için sıcaklığın temel önemli faktör olduğunu, asit/toz oranının (asit konsantrasyonunun) ise ikinci önemli faktör olduğunu ifade etmişlerdir (Havlik vd., 2005). Havlik vd. (2006), 500 mL hacimli 0,1-1 M arasındaki  $\text{H}_2\text{SO}_4$  konsantrasyonlarında  $30-90^\circ\text{C}$  arasındaki sıcaklıklarda 20 ve 40 g toz kullanarak 300 rpm karıştırma hızında 60 dakika süreyle deneyler gerçekleştirmişlerdir. 0,5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  konsantrasyonunun üstündeki konsantrasyonlarda  $70-90^\circ\text{C}$  aralığında çalışarak %75 verimle Zn geri kazanımı sağladıkları çalışmalarında reaksiyon süresini kısaltan ve verimi arttıran en önemli etkenin  $\text{H}_2\text{SO}_4$  konsantrasyonu olduğunu ifade etmişlerdir (Havlik vd., 2006).

Oustadakis vd. (2010), deneysel tasarım yöntemlerini kullanarak 500 mL hacimli reaktörde sabit

karıştırma hızında (700 rpm) 1,5 saat süreyle deneyler gerçekleştirilmişlerdir. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> asit konsantrasyonunun (2 ve 3 N) sıcaklığın (40-60° C) ve katı-sıvı oranının (1/10 ve 1/5) etkisini inceledikleri çalışmalarında 3 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konsantrasyonunda 60 °C sıcaklıkta katı-sıvı oranı 1/10 olduğu şartlarda %80 Zn ve %45 Fe geri kazanım verimine ulaşmışlardır (Oustadakis vd., 2010). Montenegro vd. (2016), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi kullandıkları çalışmalarında 4 kademeli liç işlemi uygulamışlardır. 1. adımda; 25 °C'de ve 60 dakika süreyle 500 rpm karıştırma hızında EAF tozunu suyla işleme sokmuşlar ve sonraki adımda H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tüketimini arttıran Ca ve Cl'u uzaklaştırmışlardır. 2. adımda; 25 °C sıcaklıkta 2 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi kullanarak ZnO bileşiğindeki Zn'yu çözeltilmeye almışlardır. Birbirinin aynı işlem şartlarına sahip olan 3. ve 4. adımlarda ise 2. adımdan elde edilen liç artığı katıyı daha yüksek sıcaklık ve asit konsantrasyonunda (2-4 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve 75-95°C de) liç işlemine tabi tutmuşlar ve 2 saat sonunda %97 verimle Zn geri kazanımını gerçekleştirmişlerdir (Montenegro vd., 2016). Peng vd. (2017), 750 °C'de CO atmosferinde indirgeyici kavurma işlemi yaparak ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> bozarak ZnO ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşiklerini elde etmiş ve 500 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi kullanarak 30-70 °C sıcaklık aralığında 400 rpm sabit karıştırma hızında çalışmışlardır. Reaksiyon kinetiğini inceledikleri bu çalışmalarında Zn ve Fe liçinin daralan çekirdek modeline uygun olduğunu Zn'nun çözüldürülmesinin film tabakası difüzyon kontrolünde, Fe'in çözüldürülmesinin ise kimyasal reaksiyon kontrolünde olduğunu ve aktivasyon enerjilerinin de sırasıyla 10,01 kJ/molve 51,4 kJ/mol olduğunu ifade etmişlerdir (Peng vd., 2017).

Shawabkey (2010), Ürdün'de bir çelik fabrikasında üretilen EAF tozundaki toplam çinkonun %50'si çinko oksit (ZnO) ve geri kalanının çinko ferrit (ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) olarak bulunduğunu ve ağırlıkça yaklaşık %29 çinkodan oluştuğunu belirttikleri çalışmalarında, çinko ekstraksiyonunun artan asit konsantrasyonu, çözelti sıcaklığı ve karıştırma hızı ile arttığını ifade etmişlerdir. Optimum liç koşullarını, -37 µm boyutlarındaki toz partikül için 0,1 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 900 rpm karıştırma hızı, 50 °C ve 10-20 dakika olarak bulmuşlardır (Shawabkey, 2010). Toz parçacıklarından çinkonun geri kazanılması için farklı konsantrasyonlarda sülfürik, nitrik ve hidroklorik asitler kullanılmıştır. En yüksek çinko ekstraksiyonu, sırasıyla H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HCl ile 1 mol / L'den düşük asit konsantrasyonunda elde edilmiştir. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kullanılarak yapılan çinko ekstraksiyonunun kinetiği, 0,1 M asit konsantrasyonu, 900 rpm karıştırma hızı ve 50 °C kullanılarak elde edilen %72'lik bir maksimum çinko geri kazanımı göstermiştir (Shawabkey vd., 2010).

Çinko tesislerinde açığa çıkan liç artıklarından da H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kullanılarak çinko geri kazanımı yapılabilmekte ve hem çinko hem de demir çözeltilmeye alınabilmektedir. Ancak

demiri hidroksit olarak çökmesi ve bu çökeltilinin uzaklaştırılmasının zorluğundan ötürü çinko geri kazanımı yetersiz olmaktadır (Jha vd., 2001).

**Hidroklorik asit içeren çözeltilerle yapılan çalışmalar:** Caravaca vd. (1994), yaptıkları çalışmada bazik (NaOH), asidik (HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ve amonyum içeren ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, NH<sub>4</sub>OH) çözeltiler kullanarak EAF baca tozundan Zn geri kazanım verimini karşılaştırmışlardır. 5 M NaOH çözeltisiyle çalıştıkları şartlarda 100 °C'de %58,8 verim elde etmişlerdir. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub> (5 M) ile 25 °C'de 2 ve 4 saat sürelerde sıvı/katı = 10 ve 20 olan şartlarda deneyler yapmışlardır. HNO<sub>3</sub> ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile (%71-80 aralığında) benzer verimler elde etmelerine karşılık HCl kullandıklarında verim %97,6'ya yükselmiştir. Amonyumlu bileşiklerle yaptıkları deneylerde ise verim en fazla %48,5 olmuştur (Caravaca vd., 1994). Wolski ve Kaztouska (1971), ZnO ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> karışımını presleyip 1200 °C'de kalsine ederek ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> bileşiğini kendileri üretmişler ve HNO<sub>3</sub>, HCl ve her ikisinin karışımında çözümlendirme işlemi yapmışlardır. Yaptıkları deneyler sonucunda yüksek asit konsantrasyonunda ve yüksek sıcaklıkta (20, 40 ve 60 °C) reaksiyon hızının arttığı sonucuna ulaşmışlardır (Wolski & Kaztouska, 1971).

Langova vd. (2009), sentetik olarak ürettikleri ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>'ü ve Siemens-Martin fırın çamurundaki ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>'ü çözümlendirmek için seyreltik HCl asit çözeltisi kullanarak yüksek basınçta mikrodalga fırınında çalışmışlardır. 260 °C de yaklaşık 85 bar basınçta 0,3 M HCl çözeltisi kullanarak 100 dakika sonunda sentetik ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>'ü %93 verimle, çamurdaki ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>'i ise %99 verimle çözümlendirdiklerini belirtmişlerdir (Langova vd., 2009).

**Nitrik asit içeren çözeltilerle yapılan çalışmalar:** Nakamura vd., (2008), ZnO'in EAF baca tozundan çözümlendirilmesi için nitrik asit çözeltisi kullandıkları çalışmalarının sonucunda Zn'nun ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>'den geri kazanılması hedeflendiğinde Fe'in çözünmesinin çözeltilinin pH'ı kontrol edilerek sınırlandırılabilirdiğini ve nitrik asit çözeltilisinden elektrolizle metalik Zn olarak anotta toplanabilirdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca EZINEX olarak ifade edilen ticari bir işlem geliştirmişlerdir. Nakamura vd. (2008), 1 g EAF tozu kullanarak 100 mL hacimce %2 HNO<sub>3</sub> içeren çözelti kullanarak 30 °C sıcaklıkta 200 rpm karıştırma hızında çözümlendirme işlemi yapmışlar ve 20 dk sonunda %60 verime ulaşmışlardır. Elde ettikleri liç çözeltisine ise daha sonra Al katot ve Fe anot kullanarak 1-4 A/dm<sup>2</sup> arasındaki akım yoğunluğunda elektroliz işlemi uygulamışlar ve katotta dentritik yapıda ZnO birikimi sağlamışlardır. Ayrıca elektroliz sonrasında HNO<sub>3</sub> çözeltisini tekrar çözümlendirme işleminde kullanmışlardır (Nakamura vd., 2008).

Ancak hidrometalurjik proseslerde birçok teorik öneride bulunulmuş olup geliştirilebilen ticari işlemler sınırlıdır (Antrekowitsch & Antrekowitsch, 2001).

Xanthopoulos vd. (2017), yaptıkları çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile çinkonun, temizlenebilir bir karbonat çöktürücü olarak, ortam sıcaklığında saflaştırılmış EAF tozunun liç çözeltilerinden kantitatif olarak çöktürülebileceğini göstermişlerdir. Çinko çöktürmek için stokiometrik miktarda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kullanarak pH 7-7,5 aralığında 180 dakika süreyle çalışmışlardır (Xanthopoulos vd., 2017).

### **Bazik Çözeltiler Kullanılarak Gerçekleştirilen Çalışmalar**

**Kostik (NaOH) içeren çözeltilerle yapılan çalışmalar:** Alkali süreç, çinko içeren ikincil kaynaklardan Zn geri kazanımı için basit, uygun maliyetli ve çevre dostu bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Mekanik aktivasyonun, zayıf çinko cevherlerinde veya EAF tozlarında sfalerit ve çinko ferritin alkali liçi üzerinde olumlu etkisi vardır. Kostik soda liç işleminde, çinko ve kurşun, sodyum hidroksitte selektif olarak çözünmektedir. Çinko tozu artırıldıktan sonra liç çözeltisi, metal rejenere eden sodyum hidroksit üretmek üzere (Reaksiyon 6-8) elektroliz edilmektedir (Dreisinger vd., 1990; Zhanga vd., 2012).



İşlem, çinkonun farklı oksitli cevherlerin ve ikincil kaynakların çözünmesi için kullanılmıştır.

Dutra vd. (2006), %12,2 Zn içeren EAF tozuna 4 farklı yöntemle 6 M NaOH kullanarak çözümlendirme işlemi uygulamışlardır. İlk yöntem, konvansiyonel liç (2-6 M NaOH, 25-90 °C, 240 dakika), ikinci yöntem basınç altında liç (6 M NaOH, 120-200 °C, 240 dakika), üçüncü yöntem mikrodalga fırınında ön işlem uygulayıp (600-700 °C, 2 dakika) ve dördüncü yöntem olarak da ultrasonik karıştırma kullanarak liçtir (6 M NaOH, 55 °C, 60 dakika). Uyguladıkları bu dört farklı yöntem sonucunda en iyi Zn geri kazanım verimini %74 ile konvansiyonel liç ile elde etmişlerdir (Dutra vd., 2006).

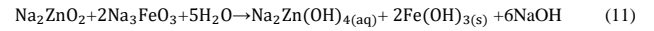
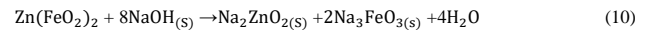
Youcai ve Stanforth (2000), yaptıkları çalışmada %25 Zn içeren EAF baca tozunun NaOH çözeltisi kullanarak çözümlendirilmesini incelemiştir. 5 g EAF tozu, farklı konsantrasyonlardaki NaOH çözeltileriyle 15 rpm karıştırma hızında çözümlendirme işlemine tabi tutulmuştur. Süre ve NaOH konsantrasyonunun çözümlendirmeye etkisinin incelendiği bu çalışmada, 72 saat süreye kadar reaksiyon devam ettirilmiş, ancak 42 saat sonrasında önemli bir artışın olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca 5 M NaOH konsantrasyonuna kadar liç verimi artarken 5 M'in üstündeki konsantrasyonlarda verimde

önemli bir değişiklik görülmemiştir. Yüksek NaOH konsantrasyonlarında çözeltilerin viskozitesi de yükseldiğinden numune almak ve katı-sıvı ayrımı yapmak zorlaşmıştır. Tüm deneyler 25 °C'de gerçekleştirilmiş ve çözümlendirme verimi %36 Zn, %65 Pb olarak elde edilmiştir (Youcai & Stanforth, 2000).

Orhan (2005), ZnO ve  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  temel bileşikleri halinde %33 Zn ve %26 Fe içeren EAF tozunun NaOH ile liç işlemine tabi tuttuğu çalışmada NaOH konsantrasyonunun, katı/sıvı oranının, sıcaklığın ve sürenin verime etkisi incelemiş, karıştırma hızını 600 rpm olarak sabit tutmuştur. 95° C'de, katı/sıvı=1/7 olarak 10 M 250 mL NaOH ile çalışıldığında 2 saat sonunda %85 Zn verimi elde etmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise Zn tozuyla sementasyon işlemi uygulayarak Pb, Co, Cd gibi empürütelerin çözeltiden uzaklaştırılmasını sağlamış ve Zn elektrolizi için uygun bir çözelti elde etmiştir. Alkali çözeltilerde EAF baca tozundan Zn kazanım veriminin düşük olmasının temel nedeni tozda ki Zn'nun çinko ferrit bileşiği halinde bulunmasından kaynaklanmaktadır. İşlem basamakları Reaksiyon 9-11'de (Orhan, 2005) gösterilmektedir.



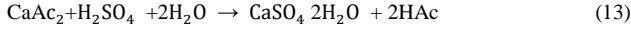
Alkali liç ile;



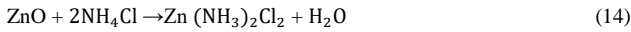
Zhanga vd., (2012), ikincil kaynaklardan çinkonun geri kazanımı için yeni bir hidrometalurjik yöntem önermiştir. Bu yöntem, alkali çözelti kullanarak, çinko içeren ikincil kaynaklardan Zn geri kazanımı için basit, uygun maliyetli ve çevre dostu bir teknoloji olarak kabul edilmiştir. Mekanik aktivasyonun, düşük tenörlü çinko cevherlerinde veya EAF tozlarında sfalerit ve çinko ferritin alkali liçlenmesi üzerinde olumlu etkisi olduğunu da belirtmişlerdir. Zhang vd., (2012), 5 mm çaplı paslanmaz çelik bilye kullanarak bilye/numune=30 olacak şartlarda, 5 M NaOH kullanarak EAF tozunu mekanokimyasal yöntemle çözümlendirme işlemi uygulamış ve 240 dakika sonunda %45,32 verim elde etmişlerdir.

**Amonyum İçeren Çözeltilerle Yapılan Çalışmalar:** EAF tozunun işlenmesi için bir hidrometalurjik yöntem olan UBC-Chaparral Prosesi (Dreisinger vd., 1990; Dreisinger, 1990) geliştirilmiştir. Bu işlemde toz, klorür iyonlarının su ile yıkanmasından sonra kalsiyum asetat olarak serbest kireci çözmek için asetik asit ile işleme sokulmaktadır. Alçı, kalsiyum asetat çözeltisinden, sülfürik asit yenileyici asetik asit ( $\text{Hac}$ ,  $\text{Ac}=\text{CH}_3\text{COO}$ ) ile (Reaksiyon 12, 13) (Jha vd., 2001) çöktürülmektedir.





Asetik asit işleminden sonra elde edilen kalıntı, çinko oksidi çözündürmek için amonyak-amonyum karbonat çözeltisi ile liç edilmektedir. Ayrıca az miktarda Cd ve Pb'de çözünmekte ve bunlar sementasyon yoluyla uzaklaştırılmaktadır. Çinko, çözeltiden buharlaştırma yoluyla bir hidroksit-karbonat karışımı olarak geri kazanılmaktadır. İşlem, çinkoyu ferritten geri kazanamamakta, ancak üretilen artıklar güvenli bir şekilde bertaraf edilebilmektedir (Jha vd., 2001). Miki vd. (2016), CaO ile işlem görmüş tozun  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ile liç işlemine tabi tutulması sonucunda, ham tozdan çok daha fazla Zn ayrılabilirdiğini belirtmişlerdir. CaO ile ön işlem görmüş tozun liçinde Zn'nin çoğu ve Ca'nın ise %20'sinden düşük miktarı ekstrakte edilirken, Ca'nın geri kalanı (%80) ve Fe'in önemli miktarı liç artığında kalmıştır. Amonyum klorür çözeltisi kullanılarak Zn'nin ikincil kaynaklardan geri kazanılmasında CENIM-LNETI ve EZINEX gibi prosesler de geliştirilmiştir. CENIM-LNETI süreci, İspanya'daki CENIM ve Portekiz'deki LNETI tarafından, karmaşık sülfür konsantrasyonlarının ve/veya diğer ikincil ham maddelerin işlenmesi için ortaklaşa geliştirilmiştir. Bu işlemde EAF tozu,  $\text{ZnO}$ 'yu çözündürmek için suyla yıkandıktan sonra amonyum klorür ile liç edilmektedir (Jha vd., 2001). EZINEX işlemi İtalya'da Engitec Impiant tarafından yılda 500 ton EAF tozu işleyerek katot çinko üretmek üzere geliştirilmiştir. Bu işlemde, 70-80° C'de, 1 saatte çinko çözünmesi için amonyum-sodyum klorür çözeltisi kullanılmaktadır. Liç reaksiyonu Reaksiyon 14'de gösterilmiştir (Jha vd., 2001).



Toz içerisinde bulunan; Cu, Cd, Ni, Pb ve Ag'de benzer şekilde reaksiyona girmektedir. Demir oksitler, ferrit ve silika bu aşamada çözünmemektedir. Liç çözeltisi, sementasyon işlemi ile saflaştırılmaktadır. Metalik Zn, saflaştırılmış çinko amino klorür elektrolitten, anotta klorür çıkışı olmadan, açık bir hücrede elektrolizle üretilmektedir. Elektrolit içindeki safsızlıkların sülfürik asit elektrolitte olduğu gibi mevcut verimi etkilemediği ve bu yöntemin sülfat elektroliz işleminden daha verimli olduğu ifade edilmektedir (Jha vd., 2001).

#### **Çözeltilerden Zn Geri Kazanımı:**

Hidrometalurjik prosesler sırasında, istenmeyen elementler de çözeltide kazanılmak istenen metal ile birlikte çözeltiye geçmektedir. Bu safsızlıklar selektif çöktürme, sementasyon, solvent ekstraksiyon, iyon değişimi veya elektroliz yöntemleri ile uzaklaştırılmaktadır. Selektif çöktürme işleminde düşük çözünürlüğe sahip bir tuz çöktürülmektedir. Liç çözeltisinin pH'ı kontrol edilerek demir uzaklaştırılmaktadır. Sementasyon işlemi EMF serisine göre elektronegatif element kullanarak daha

elektropozitif elementi seçici olarak çöktürme işlemine tabi tutmak için uygulanmaktadır. Böylece, Cd ve Cu, sülfat çözeltisinde Zn metali kullanılarak çözeltiden uzaklaştırılmaktadır (Jha vd., 2001).

#### **Solvent Ekstraksiyon:**

Elementlerin konsantrasyonu yüksek çözeltilerden geri kazanılması, bir dizi hidrometalurjik teknik kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu şekilde elementlerin ayrılması ve geri kazanılması için solvent ekstraksiyon (SX) tercih edilen bir tekniktir (Caravaca vd., 1994). Solvent ekstraksiyon (SX) tekniği, ikincil kaynaklardan elde edilen sülfat liç çözeltisinin saflaştırılması için de kullanılmıştır (Jha vd., 2001).

Agatzini-Leonardou vd. (2000), nikel sülfat sulu çözeltilerinden Fe, Al ve Cr'nin uzaklaştırılması için proses geliştirmiş ve patentini almışlardır. Proses, metal iyonlarının, alkali ilavesi olmayan atmosferik basınçta, jarosit tipi kristalli, kolay süzülebilir kimyasal çökeltiler halinde çökeltilmesiyle uygulanmaktadır (Agatzini-Leonardou vd., 2000).

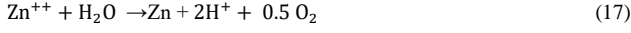
Ayrıca farklı çalışmalarda geçiş metallerinin ayrıştırılması için Di (2-etilheksil) fosforik asit (D2EHPA) yoğun olarak çalışılmıştır. Ekstraksiyon, katyonik sıvı iyon değişim mekanizması olarak gerçekleşmektedir. Fosforil grubunun oksijen atomu, iyonlarla koordinasyonu sağlanmaktadır (Oustadakis vd., 2010). D2EHPA'nın çinko ekstraksiyonunda karşılaşılan temel problem düşük pH değerlerinde Fe(III)'ün ile beraber Zn'nun da ekstrakte edilmesidir. Bu da Fe(III)'ün önceden giderilmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Genel Zn ekstraksiyon sırasının Cyanex 302 > DEHPA > Cyanex 272 olduğu görülmektedir. Cyanex 302'nin en dikkate değer özelliklerinden biri, nispeten asidik pH değerinde (pH = 1) Zn(II)'nin tercihen çözeltiye alınabilmesidir. Bu, diğer organik fosforlu reaktiflere göre bir avantajdır ve doğrudan düşük pH değerlerinde Zn elde etmek mümkündür. Cyanex 302 ile ekstraksiyonda, sülfürik asit çinko için etkili bir sıyırma çözeltisi olarak kullanılabilir ve bu da sıyrılmış organik fazda metal konsantrasyonlarının 0,01 g/L kadar düşük olmasını sağlamaktadır. Ekstraktant ayrıca yüksek sülfürik asit konsantrasyonları varlığında da stabildir (Caravaca & Alguacil, 1991). Zn, D2EHPA kullanılarak saflaştırılmış Zn yüklü çözeltiden (Reaksiyon 15) selektif olarak ekstrakte edilmektedir. Ekstraksiyon sırasında üretilen asit, liç için geri döndürülebilir (Jha vd., 2001).



Yüklenen Zn, organik fazdan asit çözeltisi tarafından sıyırılmaktadır. Yenilenen organik  $(\text{RH})_o$  önceki ekstraksiyon adımına geri döndürülmektedir (Reaksiyon 16) (Jha vd., 2001).



Saflaştırılmış liç çözeltilisinde az miktarda bulunan Fe organik çözücüye yüklenmektedir. Solvent içindeki Fe konsantrasyonu geri dönüşüm nedeniyle arttıkça, yüklü demir hidroklorik asit ile sıyırılmaktadır. Çinko, önceki sıyırma aşamasına geri dönüştürülen bir asidik harcanan elektrolit (Reaksiyon 17) oluşumu ile elektrolitten elde edilmektedir (Jha vd., 2001).



İşlem, Zn'nun ikincil kaynaklardan selektif olarak ayrılması için uygun, çevresel olarak daha güvenli ve teknolojik olarak uygulanabilir (Diaz & Martin, 1994).

Cole ve Sole (2003)'e göre Zn ekstraksiyonu için pH değerlerine bağlılığı karşılaştırdıkları çalışmalarında D2EHPA, Ionquest 801, Cyanex 272 ve Cyanex 301'in Zn için Fe(III)'den ayırıştırma da seçici olmadığını ifade etmişlerdir. Çünkü Fe (III) organofosfor ekstrantlar tarafından kantitatif olarak özütlenmekte ve Zn'dan daha stabil kompleksler oluşturmaktadır (Cole & Sole, 2003). Oustadakis vd. (2010), Cyanex 272'nin sülfat liçinden Zn'yi selektif bir şekilde ekstrakte özelliğini belirlemek için yaptıkları çalışmada, Cyanex 272'nin 3,0-3,5 pH aralığında Zn'yu etkili bir şekilde ekstrakte ettiğini, Co, Mn ve Mg'un ise (Cyanex 272 ile Ca ekstrakte edilememektedir) 3,5'in üzerindeki bir pH'ta ekstrakte edildiğini ifade etmişlerdir. Oustadakis vd. (2010), çalışmalarının ikinci bölümünde %80 Zn ve %45 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltilisinden elektrolizle metalik Zn eldesini gerçekleştirmişlerdir. Öncelikle elektrolit içerisindeki Fe'i 10 ppm'in altına düşürmek için CaO kullanılarak kontrollü olarak pH 3,5'a çıkarılmış çözeltideki Fe'in %99,9'u jarosit halinde çöktürülmüştür. Bu aşamada Zn kaybı %5 olarak karşılırlarına çıkmıştır. Daha sonraki işlem kademelerinde ise SX ve sıyırma adımlarını gerçekleştirmişler ve 80,37 g/L Zn içeren çözelti elde etmişlerdir. 500 A/dm<sup>2</sup> akım yoğunluğu uygulayarak hegzagonal yapıda Zn'yu katotta toplamışlardır (Oustadakis vd., 2010).

**Elektroliz:** Çinkonun elektrolitik geri kazanımı, şu anda yılda toplam 9 milyon ton üretime ulaşan bu metal için dünya çapındaki büyük talebinin önemi olan en eski endüstriyel işlemlerden birisidir (Recendiz vd., 2007). İşlem, Al katodu kaplayan Zn tabakası üzerinde yüksek hidrojen oluşumu potansiyeli ile mümkün olmaktadır. Bu aşırı yüklenme durumuna ulaşmak için elektrolitin sıcaklığı yüksek olmamalı ve elektrolit saf olmalıdır (Mukongo vd., 2009). Genellikle 50-90 g/L Zn<sup>2+</sup> ve 120-200 g/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> içeren bir elektrolit kullanılmakta ve 400-700 A/m<sup>2</sup> aralığında yüksek akım yoğunlukları uygulanmaktadır (Karavasteva, 1994). Katot olarak alüminyum kullanılır, çünkü çinko ile alaşım oluşturmamaktadır (Muresan vd., 1996).

## SONUÇLAR

EAF baca tozlarından Zn'nun geri kazanımı için uygulanan hidrometalurjik işlemlerde kullanılan sülfürik asit ve amonyak çözeltilerinin etkili reaktifler olduğu bulunmuştur. Sülfürik asit ile yapılan çalışmalarda reaksiyon süresini kısaltan ve verimi arttıran en önemli etkenin asit konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir. Amonyum klorür çözeltilisi kullanılarak EZINEX prosesi geliştirilmiştir ve bu işlemde; elektrolit içindeki safsızlıklar sülfürik asit elektrolitte olduğu gibi mevcut verimi etkilememiştir ve bu safsızlıklar Zn ile birlikte biriktirilmiştir. İşlem, sülfat elektrolitik işleminden daha verimli olmaktadır. Sodyum hidroksit, Zn çözünmesi için seçicidir, ancak elektroliz yoluyla sodyum çinkoat çözeltilisinden metal geri kazanımı için daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Hidroklorik asit kullanılan prosesler, seçici olmayan liç ve pahalı yapım malzemesi nedeniyle ticari bir uygulama bulamamıştır.

Metalik Zn eldesi hidrometalurjik süreçlerde; sülfürik asit çözeltilerinden son bir elektrolitik adımla elde edilmektedir. Liç işlemi sırasında elde edilen çözelti, geleneksel Zn sementasyonu, SX veya iyon değiştirme işlemi ile saflaştırılabilmektedir. Zn metali saflaştırılmış çözeltiden elektroliz veya kristalizasyon yoluyla üretilmektedir. SX adımı yaygın olarak D2EHPA kullanılarak saflaştırılmış Zn yüklü çözeltisinden seçici olarak ekstrakte edilmektedir. Ekstraksiyon sırasında üretilen asit, liç için geri dönüştürülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu makalenin hazırlanmasına temel olan araştırma projesine (Proje No: 118M376) verdiği destekten dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR

- Abdel Basir, S.M. & Rabah, M.A. (1999).** Hydrometallurgical recovery of metal values from brass smelting slag. *Hydrometallurgy*, **53**, 31-44.
- Agatzini-Leonardou, S., Zafiratos, I.G. & Oustadakis, P. (2000).** Process for the removal of aluminium and/or chromium from nickel and/or cobalt sulphate solutions at atmospheric pressure, *Greek Patent, GR1003419*.
- Antrekowitsch, J. & Antrekowitsch, H. (2001).** Hydrometallurgically recovering zinc from electric arc furnace dust. *The Journal of The Minerals, Metals & Materials Society*, **53**(12), 26-28.

- Caravaca, C. & Alguacil, F.J. (1991).** Study of the ZnSO<sub>4</sub>-Cyanex 302 extraction equilibrium system. *Hydrometallurgy*, **27**, 327-338.
- Caravaca, C., Cobo, A. & Alguacil, F.J. (1994).** Considerations about the recycling of EAF flue dusts as source for the recovery of valuable metals by hydrometallurgical processes. *Conservation and Recycling*, **10**, 35-41.
- Cole, P.M. & Sole, K.C. (2003).** Zinc solvent extraction in the process industries. *Mineral Processing & Extractive Metallurgy Review*, **24**(2), 91-137.
- Diaz, G. & Martin, D. (1994).** Modified zincex process: The clean, safe and profitable solution to zinc secondaries treatment, *Resources, Conservation and Recycling*, **10**, 43-57.
- Dreisinger, D. (1990).** A challenge for the 1990s: the hydrometallurgical treatment of waste and residues. *JOM*, **42**(1), 27-27.
- Dreisinger, D.B., Peters, E. & Morgan, G. (1990).** The hydrometallurgical treatment of carbon steel electric arc furnace dusts by the UBC-Chaparral process. *Hydrometallurgy*, **25**, 137-152.
- Dutra, A.J.B., Paiva, P.R.P. & Tavares, L.M. (2006).** Alkaline leaching of zinc from electric arc furnace steel dust. *Minerals Engineering*, **19**, 478-485.
- Halli P., Hamuyuni J., Leikola M. & Lundström M. (2018).** Developing a sustainable solution for recycling electric arc furnace dust via organic acid leaching. *Minerals Engineering*, **124**, 1-9.
- Havlik, T., Friedrich, B. & Stopic, S. (2004).** Pressure leaching of EAF dust with sulphuric acid. *World of Metallurgy-Erzmetall*, **57**, 113-120.
- Havlik, T., Souza, B.V., Bernardes, A.M., Schneider, I.A.H. & Miskufova, A. (2006).** Hydrometallurgical processing of carbon steel EAF dust. *Journal of Hazardous Materials*, **135**, 311-318.
- Havlik, T., Turzakova, M., Stopic, S. & Friedrich, B. (2005).** Atmospheric leaching of EAF dust with diluted sulphuric acid. *Hydrometallurgy*, **77**, 41-50.
- Jha M.K., Kumar V. & Singh R.J. (2001).** Review of hydrometallurgical recovery of zinc from industrial wastes. *Conservation and Recycling*, **33**, 1-22.
- Karavasteva, M. (1994).** The electro deposition of metal impurities during the zinc electrowinning at high current density in the presence of some surfactants. *Hydrometallurgy*, **35** (3), 391-396.
- Khattaba R.M., El-Sayed Selemanb M.M. & Zawraha M.F. (2017).** Assessment of electric arc furnace dust: Powder characterization and its sinterability as ceramic product. *Ceramics International*, **43**, 12939-12947.
- Langova, S., Lesko, J. & Matysek, D. (2009).** Selective leaching of zinc from zinc ferrite with hydrochloric acid. *Hydrometallurgy*, **95**, 179-182.
- Miki, T., Fujimoto, R.C. & Maruyama, K., (2016).** Hydrometallurgical extraction of zinc from CaO treated EAF dust in ammonium chloride solution. *Journal of Hazardous Materials*, **302**, 90-96.
- Montenegro, V., Agatzini-Leonardou, S., Oustadakis, P. & Tsakiridis, P. (2016).** Hydrometallurgical treatment of EAF dust by direct sulphuric acid leaching at atmospheric pressure. *Waste Biomass Valorization*, **7**, 1531-1548
- Mukongo, T., Maweja, K., Ngalu, B., Mutombo, I. & Tshilombo, K. (2009).** Zinc recovery from the water-jacket furnace flue dusts by leaching and electrowinning in a SEC-CCS cell. *Hydrometallurgy*, **97**(1-2), 53-60.
- Muresan, L., Maurin, G., Oniciu, L. & Avram, S. (1996).** Effects of additives on zinc electrowinning from industrial waste products. *Hydrometallurgy*, **40**(3), 335-342.
- Nakamura, T., Shibata, E., T. Takasu, T. & Itou, H. (2008).** Basic Consideration on EAF Dust Treatment Using Hydrometallurgical Processes. *Resources Processing*, **55**, 144-148.
- Oustadakis, P., Tsakiridis, P.E., Katsiapi, A. & Agatzini-Leonardou, S. (2010).** Hydrometallurgical process for Zn recovery from electric arc furnace dust (EAFD) Part1: Characterization and leaching by diluted sulphuric acid. *Journal of Hazardous Materials*, **179**, 1-7.
- Oustadakis, P., Tsakiridis, P.E., Katsiapi, A. & Agatzini-Leonardou, S. (2010).** Hydrometallurgical process for Zn recovery from electric arc furnace dust (EAFD) Part 2: Downstream processing and zinc recovery by electrowinning. *Journal Of Hazardous Materials*, **179**, 1-7.
- Orhan, G. (2005).** Leaching and cementation of heavy metals from electric arc furnace dust in alkaline medium. *Hydrometallurgy*, **78**, 236-245.
- Pelino, M., Karamanov, A., Pisciella, P., Crisucci, S. & Zonetti, D. (2002).** Vitrification of electric arc furnace dusts. *Waste Manag.*, **22**, 945-949.
- Peng, N., Peng, B., Liu, H., Lin, D.H. & Xue, K., (2017).** Leaching kinetics modelling of reductively roasted zinc calcine. *Canadian Metall Quarterly*, **3**, 301-307.

- Pickles, C.A. (2009).** Thermodynamic analysis of the selective chlorination of electric arc furnace dust. *Journal of Hazardous Materials*, **166**, 1030-1042.
- Piret, N.L. & Castle, J.F. (1990).** Review of secondary zinc treatment process options. *Recycling of Metalliferous Materials Conference*, 23-25 April 1990, Birmingham, UK, 181-219.
- Polsilapa, S. & Wangyao, P. (2007).** Classification of Electric Arc Furnace Dust by Using Fly Ash or Bagasse Ash. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, **17**(1), 67-73.
- Recendiz, A., Gonzalez, I. & Nava, J.L. (2007).** Current efficiency studies of the zinc electrowinning process on aluminum rotating cylinder electrode (RCE) in sulfuric acid medium: Influence of different additives. *Electrochimica Acta*, **52**(24), 6880-6887.
- Shawabkey, R.A. (2010).** Hydrometallurgical extraction of zinc from Jordanian electric arc furnace dust, *Hydrometallurgy*, **104**, 61-65.
- Taha M.A., Nassar A.H. & Zawrah M.F. (2017).** Improvement of wettability, sinterability, mechanical and electrical properties of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Ni nanocomposites prepared by mechanical alloying, *Ceram. Int.*, **43**(4), 3576-3582.
- Wadhawan, A.C. (1998).** An overview of major non-ferrous minerals and metals in India. *Metal News*, **1**(5), 4-11.
- Wannakamb, S., Manuskijsamrun, S. & Buggakupta, W. (2013).** The use of electric arc furnace dust from steel recycling in ceramic glaze. *Suranaree J. Sci. Technol.*, **20**(4), 329-337.
- Wheatley, B.I. & Pooley, E.D. (1990).** Production of zinc powder from arc and smelter flue dusts. *Recycling of Metalliferous Materials Conference*, 23-25 April 1990, Birmingham, UK, 291-299
- Wolski, W. & Koztowska, I.O. (1971).** Dissolutions velocity of zinc ferrite in Acids. *Japan Society of Powder and Powder Metallurgy*, **18**, 8-18.
- Xanthopoulos, P., Agatzini-Leonardou, S., Oustadakis, P. & Tsakiridis, P.E. (2017).** Zinc recovery from purified electric arc furnace dust leach liquors by chemical precipitation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, **5**, 3550-3559.
- Yan, H., Chai, L., Peng, B., Li, M., Peng, N. & Hou, D. (2014).** A Novel method to recover zinc and iron from zinc leaching residue. *Minerals Engineering*, **55**, 103-110.
- Youcai, Z. & Stanforth, R. (2000).** Integrated hydrometallurgical process for production of zinc from electric arc furnace dust in alkaline medium. *Journal of Hazardous Materials*, **80**, 223-240.
- Zhanga, C., Wang, J., Baia, J. & Zhaob, Y. (2012).** Recovering of zinc from solid waste bearing sphalerite or zinc ferrite by mechano-chemical extraction in alkaline solution. *Procedia Environmental Sciences*, **16**, 786-790.
- Zhang, C., Zhuang, L., Wang, J., Bai, J. & Yuan, W. (2016).** Extraction of zinc from zinc ferrites by alkaline leaching: enhancing recovery by mechanochemical reduction with metallic iron. *J. S. Afr. Inst. Min. Metall.* **116**(12), 1111-1114.



## Elevit Yaylasının (Rize-Çamlıhemşin) Mera Kalitesinin Değerlendirilmesi

Adil BAKOĞLU<sup>1</sup>, Muhammed İkbâl ÇATAL<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Pazar Meslek Yüksek Okulu, Bütisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Rize, Türkiye.

<sup>2\*</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Rize, Türkiye.

Geliş/Received: 06.05.2020

Kabul/Accepted: 09.07.2020

Atıf yapmak için: Bakoğlu, A. & Çatal, M.İ. (2020). Elevit Yaylasının (Rize-Çamlıhemşin) Mera Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(3), 283-289.

How to cite: Bakoğlu, A. & Çatal, M.İ. (2020). Evaluation of Pasture Quality of Elevit Plateau (Rize-Çamlıhemşin). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 283-289.

<https://orcid.org/0000-0003-1189-8461>

<https://orcid.org/0000-0002-4888-770X>

**\*Sorumlu yazarın:**

Muhammed İkbâl ÇATAL

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Rize, Türkiye

✉: [muhammed.catal@erdogan.edu.tr](mailto:muhammed.catal@erdogan.edu.tr)

Cep telefonu : +90 (539) 373 35 92

**Öz:** Bu çalışma Rize ili Çamlıhemşin ilçesi Elevit yaylası merasında 2019 yılı içerisinde yapılmıştır. Çalışmada yaylanın kalite durumu; toprağı kaplama alanı, botanik kompozisyonu, mera kalite derecesi ve mera durumu parametrelerine göre belirlenmiştir. Vejetasyon çalışması, vejetasyonun klimaks evreye ulaştığı Temmuz ayı içerisinde yapılmıştır. Araştırma alanının bitki örtüsü karakterlerini belirlemek amacıyla "Lup" yöntemi kullanılmıştır. Araştırma alanında 19 familya ve 43 cins de toplam 49 takson teşhis edilmiştir. Familyalar takson sayısına göre; *Poaceae* (8), *Asteraceae* (5), *Fabaceae* (4), *Lamiaceae* (4), *Apiaceae* (3), *Brassicaceae* (3), *Caryophyllaceae* (3), *Rosaceae* (3), *Campanulaceae* (2), *Crassulaceae* (2), *Geraniaceae* (2), *Polygonaceae* (2), *Ranunculaceae* (2), *Boraginaceae* (1), *Hypericaceae* (1), *Juncaceae* (1), *Orchidaceae* (1), *Rubiaceae* (1) ve *Urticaceae* (1) şeklinde sıralanmıştır. Mera alanının toprağı kaplama oranı % 96,80 olarak belirlenmiştir. Çalışma alanının botanik kompozisyonunun % 49,06'sını mera verimliliğı açısından en önemli iki familya olan *Poaceae* (% 34,86) ve *Fabaceae* (% 14,20) oluşturmuşken, % 50,94'ünü diğer familyalar oluşturmaktadır. Botanik kompozisyonda en yaygın taksonlar *Elymus elongatus* subsp. *turcicus* (% 12,62), *Alchemilla sericea* (% 8,74) ve *Trifolium canescens* (% 7,44)'tir. Araştırma alanının mera kalite derecesi 3,58, mera durumunun ise "Zayıf" olduğu belirlenmiştir

**Anahtar kelimeler:** Botanik kompozisyon, Elevit, mera durumu, Rize, toprağı kaplama oranı.

## Evaluation of Pasture Quality of Elevit Plateau (Rize-Çamlıhemşin)

**Abstract:** This study was conducted in 2019 in the pasture of Elevit plateau in Çamlıhemşin district of Rize province. The quality condition of the plateau in the study was determined according to the parameters; canopy coverage area, botanical composition, pasture quality degree and pasture condition. The vegetation study was carried out in July, when the vegetation reached climax phase. The "Lup" method was used to determine the vegetation characteristics of the research area. In the research area, 49 taxa were identified in 19 families and 43 genera. The families according to the number of taxa are as follows; *Poaceae* (8), *Asteraceae* (5), *Fabaceae* (4), *Lamiaceae* (4), *Apiaceae* (3), *Brassicaceae* (3), *Caryophyllaceae* (3), *Rosaceae* (3), *Campanulaceae* (2), *Crassulaceae* (2), *Geraniaceae* (2), *Polygonaceae* (2), *Ranunculaceae* (2), *Boraginaceae* (1), *Hypericaceae* (1), *Juncaceae* (1), *Orchidaceae* (1), *Rubiaceae* (1) and *Urticaceae* (1). The canopy coverage rate of pasture area was determined as 96.80%. *Poaceae* (34.86%) and *Fabaceae* (14.20%), which are the most important taxa in terms of pasture yields, constitute 49.06% of the botanical composition of the study area, while the other families constitute 50.94%. The most common taxa in botanical composition are *Elymus elongatus* subsp. *turcicus* (12.62%), *Alchemilla sericea* (8.74%) and *Trifolium canescens* (7.44%). Pasture quality degree of the research area was determined as 3.58 and pasture status as "Weak".

**Keywords:** Botanical composition, canopy coverage, Elevit, pasture condition, Rize.

**\*Corresponding author's:**

Muhammed İkbâl ÇATAL

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Agriculture and Natural Sciences, Department of Agronomy, Pazar / Rize / Türkiye

✉: [muhammed.catal@erdogan.edu.tr](mailto:muhammed.catal@erdogan.edu.tr)

Mobile telephone : +90 (539) 373 35 92

## GİRİŞ

Türkiye, flora bütünlüğü bakımından ele alındığında üç fitocoğrafik bölgenin içerisinde (Kuzeyde Avrupa-Sibirya; Doğu ve Orta Anadolu'da İran-Turan; Güney ve Batıda ise Akdeniz) yer almaktadır (Akdeniz, 2009). Üç flora merkezinin kesişme alanında olmasının etkisiyle son yapılan araştırmalara göre, ülkemizde yaklaşık 12,000 bitki taksonu bulunduğu ve buna bağlı olarak endemizmin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çayır ve mera alanları, hayvanların beslenmesinde ihtiyaç duyulan en önemli yem kaynaklarını oluşturması yanında (Aydın & Uzun, 2002), kültür bitkileri için gen kaynağı olması, biyolojik çeşitlilik oluşturması ve erozyona karşı toprağı koruması gibi birçok önemli yararı da olan alanlardır (Carlier et al., 2005). Hayvanların ihtiyaç duydukları kaba yemin % 30'u (Gökkuş, 1994), ülkemiz hayvan varlığının bir yılda tükettiğı besinlerin ham proteinin % 68'i, nişastanın da % 62'si çayır ve mera alanlarından karşılanmaktadır (Okatan & Yüksek, 1997; Babalık & Sarıkaya, 2015).

Ülkemiz meralarında yıllardan beri uygulanan aşırı ve erken otlatma ile ıslah ve bakım işlemlerinin yapılmaması nedeniyle meraların bitki örtüsü büyük oranda bozulmuş ve ot verimleri azalmıştır (Yavuz & Sürmen, 2016; Sürmen & Kara, 2018). Bu sorunun çözülebilmesi için ot verimi ve kalitesi düşmüş olan meraların ıslah edilerek yeniden yüksek verime sahip kaliteli yem üretir duruma getirilmeleri gerekir. Meranın verim değerlerini yükseltmek için öncelikle o yöreye ait vejetasyon çalışmaları yapılmalıdır. Çayır mera alanlarında vejetasyon etüt ve ölçmeleri vejetasyonu iyi bilinmeyen bölgelerdeki çayır ve meraların kalitatif ve özellikle de kantitatif karakterleri hakkında bilgiler elde etmek için uygulanmaktadır (Türk vd., 2003)

1940'lı yıllarda ülkemizde 45 milyon ha olan mera alanı varlığımız, günümüzde 14.6 milyon ha'ya kadar düşmüş bulunmaktadır (TÜİK, 2019). Rize ilinde ise 45.332 ha çayır-mera alanı bulunmaktadır (Anonim, 2018).

Ülkemizde son yıllarda yapılan botanik kompozisyonla ilgili çalışmalara baktığımızda; Seydoşoğlu ve Kağan., (2019) Batman ili meralarının bazı vejetasyon özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yaptığı çalışmanın sonucunda 52 tanesi baklagil, 35 tanesi buğdaygil ve 115 tanesi de diğer familyalara ait türler olmak üzere toplam 202 tür tespit edildiğini ve araştırma sahasında ortalama bitki ile kaplı alan oranı % 81,06, baklagillerin botanik kompozisyonundaki ortalama oranı % 33,71, buğdaygillerin oranı % 27,27 ve diğer familyaların oranı % 39,02 olarak tespit edildiğini bildirmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre çalışılan tüm meraların "Zayıf" mera durumu sınıfına girdiğini bildirmiştir. Babalık, (2019) Konya ili Taşkent ilçesi Ilıcınar yaylası merasında yaptığı çalışmada, mera alanında bitki ile kaplı alan % 33,5 olarak belirlendiğini ve çalışma sahasının botanik kompozisyonunun

% 56,2'sini buğdaygiller, % 12,0'sini baklagiller ve % 31,8'ini diğer familyalar oluşturduğunu bildirmiştir. Çınar vd., (2019) yaptığı çalışmada meralarda bitki ile kaplı alan bakımından ortalama olarak buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyadan bitkilerin oranını sırasıyla % 36,9; 22,0; 41,1 olduğunu ve mera kalite derecelerinin 2,40-3,92 arasında değiştiğini ve mera durumunun zayıf olduğunu bildirmiştir. Bakoğlu vd., (2019) Rize ili Handüzü yaylasında yaptığı çalışmada, toprağı kaplama oranını % 82,4, toprağı kaplama alanına göre buğdaygillerin botanik kompozisyonundaki oranını % 33,37, baklagillerin oranını % 5,75 ve diğer familyaların oranını % 60,88 bulduğı ve 2,456 mera kalite derecesi ile meranın durumunun zayıf olduğı; Çatal vd., (2019) Rize ili Ovit yaylasında yaptığı çalışmada, toprağı kaplama oranını % 63,4; botanik kompozisyonunda buğdaygillerin oranı % 39,35, baklagillerin oranı % 6,61 ve diğer familyaların oranı da % 54,04 olarak tespit ettiğini ve 1,976 mera derecesi ile meranın durumunu çok zayıf bulduğunu belirtmişlerdir.

Rize ili yaylalarında, floristik, fitososyolojik, ve etnobotanik bazı çalışmalar (Güner vd., 1987; Baykal & Atamov, 2016; Var vd., 2016; Dinçer vd., 2016; Baykal & Atamov, 2017; Akbulut vd., 2017; Baykal & Atamov, 2018; Baykal vd., 2018; Baykal, 2019) yapılmıştır. Ayrıca sınırlı sayıda yayla mera kalitesi ve botanik kompozisyonun belirlenmesi ile ilgili (Bakoğlu vd., 2019; Çatal vd., 2019) - çalışmalar da mevcuttur. Buna karşın Elevit yaylasının mera kalitesinin belirlenmesine yönelik - herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Çalışmanın temel amacı Elevit yaylasının botanik kompozisyon, toprağı kaplama oranı ve mera kalite derecesi kriterlerine göre mera durumunun tespit edilmesidir.

## MATERYAL VE METOT

**Çalışma Alanı:** Araştırma 2019 yılında Rize ili Çamlıhemşin ilçesine bağlı deniz seviyesinden ortalama 1950 m yükseklikte (40, 51, 05 N; 41, 00, 45 E) ve ilçeye 7 km uzaklıkta bulunan Elevit yaylasının yaklaşık 20 da'lık alanında ölçüm yapılmıştır. Araştırma alanının konumu Şekil 1'de, çalışma sahasından çekilen bazı fotoğraflar Şekil 2'de verilmiştir.

Araştırma alanının uzun yıllar sıcaklık ortalaması, yağış miktarı ve nisbi nemi sırasıyla 14,3°C, 2296 mm, % 80 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2019).

**Materyal ve Metod:** Arazi çalışmaları 2019 yılında, Elevit yaylası mera vejetasyonunun klimaks safhaya ulaştığı Temmuz ayında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın birinci önemli materyalini bu çalışmalar sonucu toplanan bitki numuneleri olmuştur. Her bir takson için en az 2 bitki örneği herbaryum kurallarına göre (Erik vd., 1996) kurutularak kartonlara yapıştırılmış ve Recep Tayyip Erdoğan

Üniversitesi Pazar Meslek Yüksekokulu'nda koruma altına alınmıştır. Bitki örnekleri Türkiye ve Ege Adaları Florası (Davis, 1965-1985; Davis vd., 1988; Güner vd., 2000) yardımı ile teşhis edilmiştir. Teşhisi yapılan örnekler, familya, takson (Türkçe adlar dahil) ve yazar adları sırası ile Güner vd., (2012)'e göre verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu.

Figure 1. Location of the study area.



Şekil 2. Çalışma alanından bazı görüntüler.

Figure 2. Some images from the study area

Meranın vejetasyon ölçümleri Lup metodu kullanılarak yapılmıştır. Lup çapı 2 cm, iki Lup arası mesafe 20 cm ve bir Lup hattı 20 m uzunluktadır. Bu nedenle bir Lup hattında toplam 100 Lup değeri ölçülmektedir. Botanik kompozisyonun belirlenmesinde her bir lup içerisine düşen bitki taksonu ölçüm cetveline kaydedilmektedir. Çalışmanın ikinci en önemli materyalini bu ölçüm cetveli oluşturmaktadır. Lup içerisine düşen, farklı bitki örnekleri

bütün organları ile birlikte teşhis edilmek üzere toplanmaktadır.

**İstatistikî Analiz:** Yaylanın botanik kompozisyonun belirlenmesinde Tosun, (1968)'un belirttiği esaslar dikkate alınarak her bir ana hat üzerinde 10 Lup hat olacak şekilde 5 ana hat ölçülmüştür. Lup ölçümlerinde bitkiye rastlanılan Lup alanlarının, toplam Lup alanına bölünmesiyle toprağı kaplama alanı belirlenmiştir (Gökkuş vd., 1993). Botanik kompozisyonda yer alan bitkilere Gökkuş vd., (1993) ve Bakoğlu (1999)'nun belirttikleri esaslar dahilinde ve Anonim (2008)'de bitkilerin yem olarak değerlendirilmesi durumuna göre -1 ile 10 arasında puanlar verilmiş, daha sonra botanik kompozisyondaki oranları ile çarpılarak, tüm taksonlara ait değerlerin toplanmasıyla mera kalite derecesine göre (Tablo 1), mera durum sınıfı belirlenmiştir.

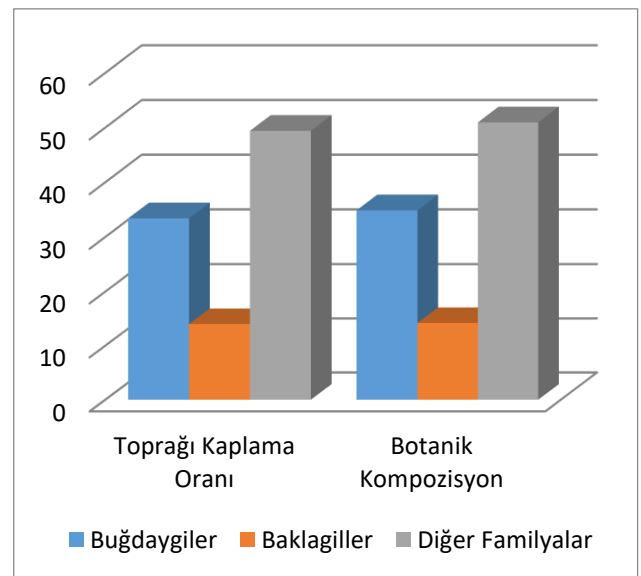
Tablo 1. Mera Durumu Skalası (De Vries vd., 1951)

Table 1. Pasture condition Scale (De Vries vd., 1951)

Kalite Derecesi	Mera Durumu
8.1 – 10	Çok iyi
6.1 – 8	İyi
4.1 – 6	Orta
2.1 – 4	Zayıf
0.0 - 2	Çok Zayıf

## BULGULAR

Çalışmada tespit edilen taksonların listesi, familyası, toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranı ve mera derecesi Tablo 2'de, familyaların toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranları Şekil 3'de, familyalara göre mera dereceleri Şekil 4'de ve familyalara göre tür sayısı Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 3: Familyaların Toprağı Kaplama ve Botanik Kompozisyon Oranları (%)

Figure 3: Canopy Covering and Botanical Composition Ratios of Families (%).

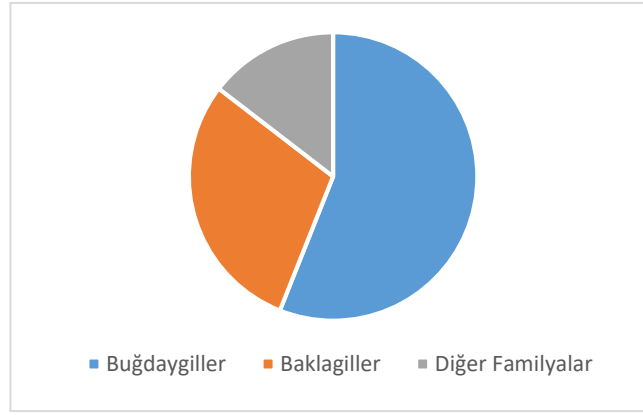
**Tablo 2.** Ovit yaylasının mera alanında bulunan bitkilerin familyaları, taksonları, değer sayıları, toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranları, mera dereceleri.

**Table 2.** Families, taxa, value numbers, canopy coverage and botanical composition rates, pasture degree of the plants in the pasture area of Ovit plateau.

	Familya	Takson ismi	Türkçe	DS	TKO	BK	MKD
1	Poaceae	<i>Agrostis gigantea</i> Roth	Kocatavusotu	7	1,80	1,53	0,11
2	Poaceae	<i>Catabrosa aquatica</i> (L.) P. Beauv.	Çipil	4	4,00	4,10	0,16
3	Poaceae	<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Tarakotu	5	3,00	4,10	0,21
4	Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>glomerata</i>	Domuzayırığı	7	5,20	4,67	0,33
5	Poaceae	<i>Elymus elongatus</i> (Host) Runemark subsp. <i>turcicus</i> (McGuire) Melderis	Pusulputaotu	6	12,60	12,62	0,76
6	Poaceae	<i>Helictotrichon pratense</i> (L.) Pilg.	Yamaçyulafi	7	0,60	1,07	0,07
7	Poaceae	<i>Lolium persicum</i> Boiss. &Hohen.	Ereşçimi	4	3,00	4,36	0,17
8	Poaceae	<i>Phleum montanum</i> K.Koch subsp. <i>montanum</i>	Dağıtkuyruğu	8	3,20	2,41	0,19
<b>Toplam</b>					<b>33,40</b>	<b>34,86</b>	<b>2,00</b>
1	Fabaceae	<i>Trifolium ambiguum</i> M.Bieb.	Pisikkulağı	7	1,20	1,05	0,07
2	Fabaceae	<i>Trifolium canescens</i> Willd.	Sarıüçgül	7	6,40	7,44	0,52
3	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L. var. <i>repens</i>	Aküçgül	8	0,40	0,55	0,04
4	Fabaceae	<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>tenuifolia</i> (Roth) Gaudin	Kırfığı	8	6,00	5,16	0,41
<b>Toplam</b>					<b>14,00</b>	<b>14,20</b>	<b>1,05</b>
<b>DİĞER FAMILİYALAR</b>							
1	Apiaceae	<i>Angelica sylvestris</i> L. var. <i>sylvestris</i>	Kekire	2	3,00	2,67	0,05
2	Apiaceae	<i>Conium maculatum</i> L.	Baldıran	-1	1,00	0,76	-0,01
3	Apiaceae	<i>Heracleum platytaenium</i> Boiss.	Öğrekotu	1	0,80	0,76	0,01
4	Asteraceae	<i>Bellis perennis</i> L.	Koyungözü	2	0,60	0,82	0,02
5	Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i>	Civanperçemi	1	0,40	0,35	0,00
6	Asteraceae	<i>Arctium platylepis</i> (Boiss. & Balansa) Sosn. exGrossh.	Baldikenî	1	1,00	0,76	0,01
7	Asteraceae	<i>Carduus adpressus</i> C.A.Mey.	Boylüdediken	0	3,80	3,40	0,00
8	Asteraceae	<i>Crepis foetida</i> L. subsp. <i>foetida</i>	Kohum	1	0,80	0,62	0,01
9	Boraginaceae	* <i>Symphytum sylvaticum</i> Boiss.	Tomara	0	0,80	0,68	0,00
10	Brassicaceae	<i>Cardamine pratensis</i> L.	Çayırköpükotu	0	0,20	0,14	0,00
11	Brassicaceae	<i>Draba hispida</i> Willd.	Kıldolama	0	0,20	0,27	0,00
12	Brassicaceae	<i>Rorippa austriaca</i> (Crantz) Besser	Topçakandura	-1	2,80	2,34	-0,02
13	Campanulaceae	<i>Campanula collina</i> Sims	Çayırçingırağı	0	0,40	0,55	0,00
14	Campanulaceae	<i>Campanula latifolia</i> L.	Çançiçeği	0	0,40	0,33	0,00
15	Caryophyllaceae	<i>Cerastium purpurascens</i> Adams	Alacaboynuzotu	3	0,40	0,71	0,02
16	Caryophyllaceae	<i>Silene italica</i> (L.) Pers. subsp. <i>italica</i>	Yuğuşyüreği	1	0,20	0,14	0,00
17	Caryophyllaceae	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke var. <i>commutata</i> (Guss.) Coode&Cullen	Ecibücü	1	1,80	1,44	0,01
18	Crassulaceae	<i>Phedimuss purius</i> (M.Bieb.)t Hart	Alpisikulağı	0	1,00	0,89	0,00
19	Crassulaceae	<i>Sedum album</i> L.	Çobankavurgası	0	0,40	0,49	0,00
20	Geraniaceae	<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.f.	Gelinçarşafı	2	5,00	4,39	0,09
21	Geraniaceae	<i>Geranium tuberosum</i> L.	Çakmuz	2	2,80	3,05	0,06
22	Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Binbirdelikotu	-1	0,60	0,82	-0,01
23	Juncaceae	<i>Juncus alpigenus</i> K.Koch	Gümüştöpek	0	0,40	0,49	0,00
24	Lamiaceae	<i>Clinopodium vulgare</i> L. subsp. <i>arundanum</i> (Boiss.) Nyman	Kamışfesleğen	1	1,00	0,89	0,01
25	Lamiaceae	<i>Lamium album</i> L. subsp. <i>album</i>	Bahçak	1	1,60	1,94	0,02
26	Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Gelinciklemeotu	2	0,80	1,21	0,02
27	Lamiaceae	<i>Stachys macrantha</i> (K.Koch) Stearn	Kocasoğulcan	2	0,60	0,82	0,02
28	Orchidaceae	<i>Dactylorhiza ur villeana</i> (Steudel) Baumann & Künkele subsp. <i>urvilleana</i>	Balkaymak	2	0,20	0,27	0,01
29	Polygonaceae	<i>Polygonum bistorta</i> L. subsp. <i>carneum</i> (K.Koch) Coode & Cullen	Dağlahanası	1	0,40	0,71	0,01
30	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	Kuzukulağı	0	0,80	0,62	0,00
31	Ranunculaceae	<i>Delphinium formosum</i> Boiss.& A.Huet	Gürhezaren	-1	0,40	0,35	0,00
32	Ranunculaceae	* <i>Ranunculus dissectus</i> subsp. <i>huetii</i> (Boiss.) P.H.Davis	Kayakebikeçi	-1	0,40	0,55	-0,01
33	Rosaceae	<i>Alchemilla retinervis</i> Buser	Damarlıkeltat	0	1,40	1,17	0,00
34	Rosaceae	<i>Alchemilla sericea</i> Willd.	Akpençe	1	6,20	8,74	0,09
35	Rosaceae	<i>Sibbaldia parviflora</i> Willd. var. <i>parviflora</i>	Fındıkotu	1	0,80	1,43	0,01
36	Rubiaceae	<i>Galium album</i> Mill. subsp. <i>prusense</i> (K.Koch) Ehrend. &Krendl	Bursaiplikçiği	2	3,80	3,39	0,07
37	Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L. subsp. <i>dioica</i>	Isırgan	2	2,20	1,98	0,04
<b>Toplam</b>					<b>49,40</b>	<b>50,94</b>	<b>0,52</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>					<b>96,80</b>	<b>100,00</b>	<b>3,58</b>

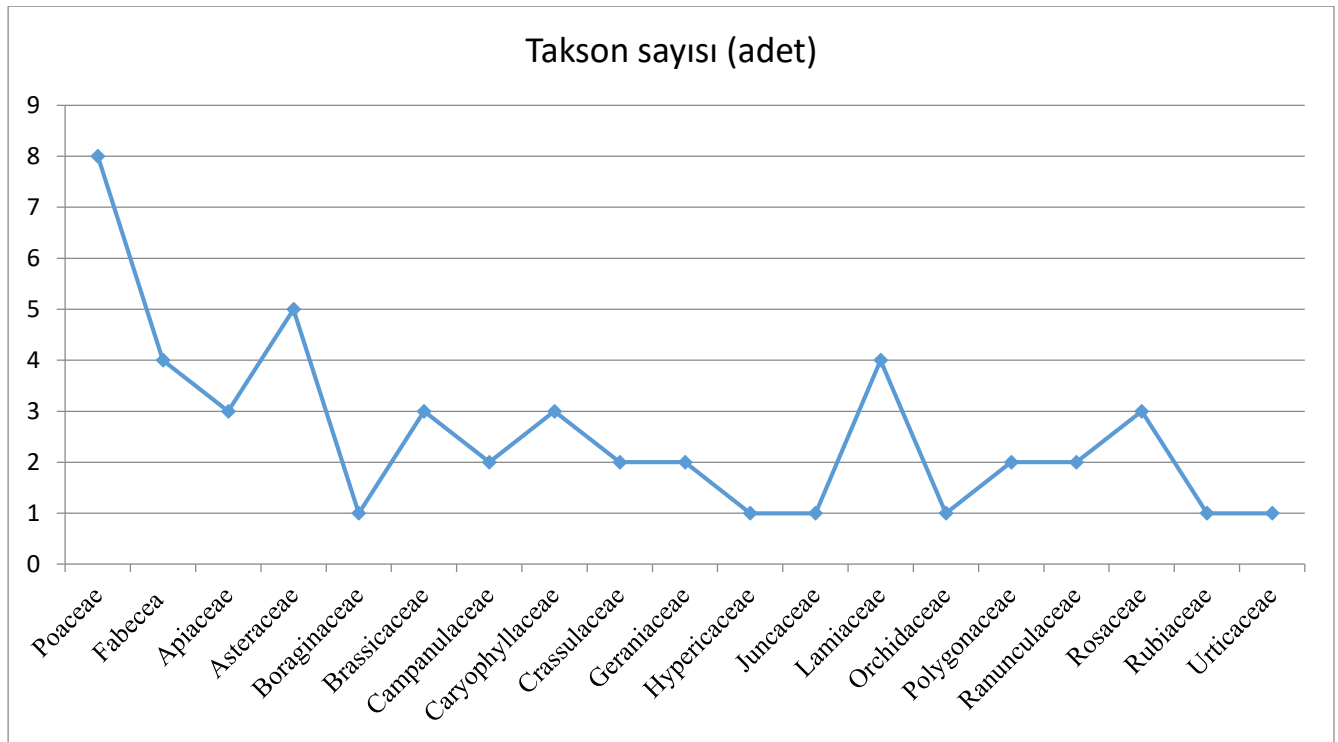
\*: Endemik, DS: Değer Sayısı, TKO: Toprağı Kaplama Oranı, BK: Botanik Kompozisyonu, MKD: Mera Kalite Derecesi





Şekil 4: Familyalara Göre Mera Dereceleri (De Vries vd., 1951)

Figure 4: Pasture Degrees According to Families (De Vries vd., 1951)



Şekil 5: Familyalara Göre Takson Sayıları

Figure 5: Taxon Numbers According to Families

Tablo 2'ye bakıldığında çalışılan meranın toplam toprağı kaplama oranı %96,80, *Poaceae*, *Fabaceae* ve diğer familyaların oranı ise %33,40; 14,00; 49,40 olarak belirlenmiştir. Toprağı kaplama alanına göre *Poaceae*, *Fabaceae* ve diğer familyaların botanik kompozisyonu sırasıyla %34,86; 14,20; 50,94 olarak tespit edilmiştir. Mera kalite derecesi 3,58 değeri ile meranın durumu zayıf olarak belirlenmiştir. Çalışma alanında tespit edilen taksonlardan *Symphytum sylvaticum* ve *Ranunculus dissectus* subsp. *huetii* taksonları endemiktir.

Çalışılan merada, 8 *Poaceae*, 4 *Fabaceae* ve 37 tane de diğer familyalara ait olmak üzere 19 familya ve 43 cins de toplam 49 takson tespit edilmiştir. Diğer familyalardan *Apiaceae* (3), *Asteraceae* (5), *Boraginaceae* (1), *Brassicaceae* (3), *Campanulaceae* (2),

*Caryophyllaceae* (3), *Crassulaceae* (2), *Geraniaceae* (2), *Hypericaceae* (1), *Juncaceae* (1), *Lamiaceae* (4), *Orchidaceae* (1), *Polygonaceae* (2), *Ranunculaceae* (2), *Rosaceae* (3), *Rubiaceae* (1) ve *Urticaceae* (1) takson tespit edilmiştir.

Çalışılan meranın botanik kompozisyonunda bulunan bitkilerden *Poaceae* familyasından *Elymus elongatus* subsp. *turcicus* (%12,62), *Dactylis glomerata* subsp. *glomerata* (%4,67) ve *Lolium persicum* (%4,36); *Fabaceae* familyasından *Trifolium canescens* (%7,44), *Vicia cracca* subsp. *tenuifolia* (%5,16) ve *Trifolium ambiguum* (%1,05); diğer familyalardan *Alchemilla sericea* (%8,74), *Geranium pyrenaicum* (%4,39) ve *Carduus adpressus* (%3,40) taksonları botanik kompozisyon bakımından ilk üç sırayı oluşturmaktadır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmadan elde edilen sonuçlar ile diğer araştırmacıların (Babalık, 2019; Seydoşoğlu ve Kağan., 2019; Çınar vd., 2019; Bakoğlu vd., 2019; Çatal vd., 2019) bulguları arasında benzerlik ve farklılıklar bulunmaktadır. Farklılıkların ortaya çıkmasına meraların ekolojilerinin farklı olmasından ve farklı uygulamalardan kaynaklanabileceği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, yapılan çalışmada 8 *Poaceae*, 4 *Fabaceae* ve 37 tane de diğer familyadan bitkiler olmak üzere toplamda 19 familya ve 43 cins de, 49 takson tespit edilmiştir. Mera bitkilerinin toprağı kaplama oranı % 96,80, toprağı kaplama alanına göre botanik kompozisyonları *Poaceae* % 34,86, *Fabaceae* % 14,20 ve diğer familyalar % 50,49 oranında bulunmuştur. Meranın botanik kompozisyonunda bulunan bitkilerden *Poaceae*'den *Elymus elongatus* subsp. *turcicus* (% 12,62); *Fabaceae*'den *Trifolium canescens* (% 7,44) ve diğer familyalardan *Alchemilla sericea* (% 8,74) taksonları ilk sırayı oluşturmaktadır. 3.58 mera derecesi ile meranın durumu zayıf olarak belirlenmiştir. Zayıf olan merayı en azından orta seviyeye getirmek için meraya uygun ıslah yöntemini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Akbulut, M., Şayşatlı, Y., Baykal, H. & Bakoğlu N. (2017).** Characterization and selection of indigenous fruit variants in the Eastern Black Sea region (Turkey) for future breeding. *ISHS Acta Horticulturae*, **1172**(1), 137-140.
- Akdeniz, S. (2009).** *Ayaş-Kazan-Yenikent arasında kalan bölgenin florası*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. (2008).** *Türkiye'nin çayır ve mera bitkileri*. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, 468 s.
- Anonim. (2018).** Rize Mera Alanı. <https://rize.tarim.gov.tr/Menu/13/Ekonomi> (24.09.2019).
- Anonim. (2019).** T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Rize İl Müdürlüğü Kayıtları.
- Aydın, İ. & Uzun, F. (2002).** *Çayır-mera amenajmanı ve ıslahı*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Samsun.
- Babalık, A.A. & Sarıkaya, H. (2015).** Isparta ili Zengi merasında ot verimi ve botanik kompozisyonun tespiti üzerine bir araştırma. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, **16**(2), 96-101.
- Babalık, A.A. (2019).** Ilıcınar Yaylası (Taşkent) Merasının vejetasyon karakteristiklerinin

belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, **20**(4), 360-365. DOI: 10.18182/tjf.638524

- Bakoğlu, A. (1999).** *Otlatılan ve korunan iki farklı mera kesiminin bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması*. Atatürk Üniv. Fen Bil. Ens. Erzurum, Türkiye, 128s.
- Bakoğlu, A., Baykal, H. & Çatal, M.İ. (2019).** Handüzü yaylasının botanik kompozisyonu üzerine bir çalışma. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **7**, 1339-1343.
- Baykal, H. & Atamov, V. (2016).** Floristic diversity in Bashemsin Valley of Kackar Mountains National Park of Rize, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, **48**(5), 1871-1876.
- Baykal, H. & Atamov, V. (2017).** Ethnobotanical documentation of plants of Başhemşin Valley, Kaçkar Mountains National Park, Rize, Turkey. *Bangladesh Journal Of Botany*, **46**, 767-773.
- Baykal, H. (2019).** Flora of Akyamaç Waterfall Natural Park and environs (Rize/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, **12**, 128-137.
- Baykal, H. & Atamov, V. (2018).** Isırlık Doğa Parkı ve çevresinin floras. *Ot Sistematik Botanik*, **25**(2), 151-170.
- Baykal, H., Atamov, V. & Yüksek, T. (2018).** Flora of Tunca Valley Natural Park and environs (Ardeşen-Rize/Turkey)". *Biological Diversity and Conservation*, **11**, 6-24.
- Carlier, L., De Vlieghe, D., Van Cleemput, O. & Boeckx, P. (2005).** Importance and functions of European grasslands. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, **70**, 5-15.
- Çatal, M.İ., Baykal, H. & Bakoğlu, A. (2019).** Ovit yaylasının (İkizdere-RİZE) botanik kompozisyonunun belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**, 435-440.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., Yücel, C. & İnal, İ. (2019).** Adana ili Tufanbeyli ilçesi meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, **22**(1), 143-152, DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.448421
- Davis, P.H. (1965-1985).** *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Vol. 1-9, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (1988).** *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Vol. 10, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- De Vries, D.M., De Boer, T.A. & Dirver, J.P.P. (1951).** Evaluation of grassland by botanical research in the Netherlands. In Proc. United National Sci. Conf.

- On the Conservation and Utilization of Resources, 6, 522-524.
- Dinçer, D., Var, M., Baykal, H. & Atamov, V. (2016).** Phenological features of some geophytes from the Anzer plateau in Rize and utilization possibilities for landscape architecture. *Acta Horticulturae*, **1108**, 187-193.
- Erik, S., Guner, A., Yıldırım, Ş. & Sümbül, H. (1996).** *Tohumlu bitkiler sistematigi laboratuvar kılavuzu*. Literature Yayınları, Ankara.
- Gökkuş, A. (1994).** Türkiye'nin kaba yem üretiminde çayır mera ve yem bitkilerinin yeri ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **25**, 250-261
- Gökkuş, A., Koç, A. & Çomaklı, B. (1993).** *Çayır-mera uygulama kılavuzu*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 142, A.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M. T. (ed.). (2012).** *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Güner, A., Vural, M. & Sorkun, K. (1987).** Rize Florası, Vegetasyonu ve Yöre Ballarının Polen Analizi. Tübitak Matematik, Fizik ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu, Proje No: TBAG-650, Ankara, Türkiye.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (2000).** *Flora of Turkey*. Vol. 11. Edinburgh: University Press.
- Okatan, A. & Yüksek, T. (1997).** Aşırı otlatılan mera parsellerinde *Adi korunga (Onobrychis viciifolia Scop.)*'nin yetiştirilmesi ve verim potansiyeli üzerine araştırmalar. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun, 492-498s.
- Seydoşoğlu, S. & Kökten, K. (2019).** Batman mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg.*, **23**(1), 60-68. DOI: [10.29050/harranziraat.424007](https://doi.org/10.29050/harranziraat.424007)
- Sürmen, M. & Kara, E. (2018).** Aydın ili ekolojik koşullarında farklı eğimlerdeki mera vejetasyonlarının verim ve kalite özellikleri. *Derim*, **35**, (1), 67-72, DOI: [10.16882/derim.2018.343428](https://doi.org/10.16882/derim.2018.343428)
- Tosun, F. (1968).** *Doğu Anadolu kıraç meralarının ıslahında uygulanabilecek teknik metodların tesbiti üzerine bir araştırma*. Ziraat Araştırma Enstitüsü Araştırma Bülteni No: 29, Ankara.
- TÜİK. (2019).** Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr> (30 Ekim 2019).
- Türk, M., Bayram, G., Budaklı, E. & Çelik, N. (2003).** Sekonder mera vejetasyonunda farklı ölçüm metodlarının karşılaştırılması ve mera durumunun belirlenmesi. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **17**(1), 65-77.
- Var, M., Dinçer, D. & Baykal, H. (2016).** Morphological features and examination of *Colchicum speciosum* distributed in the Basyayla plateau, Turkey, *Acta Horticulturae*, **1108**, 195-200. DOI: [10.17660/ActaHortic.2016.1108.25](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1108.25)
- Yavuz, T. & Sürmen, M. (2016).** Vegetation features of alpine and subalpine rangelands in Eastern Black Sea region. *Scientific Papers Series A Agronomy*, **54**, 474-477.



## Distribution of Metals in Organs and Tissues of *Cyprinus carpio* L., 1758 from Kızılırmak

Öztekin YARDIM\* Levent BAT

University of Sinop, Fisheries Faculty, Department of Hydrobiology, 57000 Sinop, Turkey

Geliş/Received: 19.03.2020

Kabul/Accepted: 13.07.2020

How to cite: Yardım, Ö. & Bat, L. (2020). Distribution of metals in organs and tissues of *Cyprinus carpio* L., 1758 from Kızılırmak. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 290-294.

Atıf yapmak için: Yardım, Ö. & Bat, L. (2020). Kızılırmak'ta Yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758'nun Organ ve Dokulardaki Metallerin Dağılımı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 290-294.

\*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7753-5922>  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2289-6691>

**\*Corresponding author's:**

Öztekin YARDIM  
University of Sinop, Fisheries Faculty,  
Department of Hydrobiology, 57000 Sinop,  
Turkey  
✉: [oyardim@sinop.edu.tr](mailto:oyardim@sinop.edu.tr)  
Mobile telephone: +90 (533) 563 54 85  
Telephone : +90 (368) 287 62 65  
Fax : +90 (368) 287 62 68

**Abstract:** The bioaccumulation of metals in the common carp *Cyprinus carpio* L., 1758 was monitored to assess the pollution status in Kızılırmak. The common carp samples were captured by local fishermen and were purchased from fish markets in Bafra. Liver, gill, stomach + intestine, skin and muscles of *C. carpio* were analyzed for Fe, Zn, Cu, Pb, Hg and Cd using an inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Metal concentrations in the common carp occurred in the order: Fe>Zn>Cu>Pb>Hg>Cd. The non-essential metals Cd, Hg and Pb in edible tissues of common carp were below the detection of limits. The muscle tissues had also the lowest concentrations for essential metals. Higher concentrations of Fe, Zn, Cu and Pb in *C. carpio* were liver > stomach + intestine > gill > skin > muscle, while the Hg and Cd levels were liver > gill > stomach + intestine > skin > muscle, respectively.

**Keywords:** *Cyprinus carpio*, metals, Kızılırmak, gill, liver, muscle, skin, stomach+intestine.

## Kızılırmak'ta Yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758'nun Organ ve Dokulardaki Metallerin Dağılımı

**\*Sorumlu yazar:**

Öztekin YARDIM  
Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,  
Hidrobiyoloji Bölümü, 57000 Sinop, Türkiye  
✉: [oyardim@sinop.edu.tr](mailto:oyardim@sinop.edu.tr)  
Cep telefonu: +90 (533) 563 54 85  
Telefon : +90 (368) 287 62 65  
Faks : +90 (368) 287 62 68

**Öz:** Kızılırmak'taki kirlilik durumunu değerlendirmek için sazan balıklarındaki (*Cyprinus carpio* L., 1758) metallerin biyoakümülyasyonu izlenmiştir. Yerel balıkçılar tarafından yakalanan sazan balığı örnekleri Bafra'daki balık pazarlarından satın alınmıştır. İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak *C. carpio* türünün karaciğer, solungaç, mide + bağırsak, deri ve kasları Fe, Zn, Cu, Pb, Hg ve Cd için analiz edilmiştir. Sazan balıklarındaki metal konsantrasyonları sırasıyla Fe> Zn> Cu> Pb> Hg> Cd olarak bulunmuştur. Sazanların yenilebilir dokularındaki esansiyel olmayan metaller Cd, Hg ve Pb ölçüm sınırların altında tespit edilmiştir. Kas dokuları esansiyel metaller için de en düşük konsantrasyonlarda bulunmuştur. *C. carpio* türünde Fe, Zn, Cu ve Pb konsantrasyonları sırasıyla karaciğer> mide + bağırsak> solungaç> deri> kas olarak daha yüksek değerde iken, Hg ve Cd seviyeleri için karaciğer> solungaç> mide + bağırsak> deri> kas şeklinde tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Cyprinus carpio*, deri, karaciğer, kas, Kızılırmak, mide+bağırsak, metaller.

## INTRODUCTION

The Kızılırmak Delta where located in the central Black Sea region of Turkey (41°30' to 41°45' N, 35°43' to 36°08' E), between the Samsun and Sinop highway within the borders Bafra, Alaçam and Ondozkuzmayıs townships of Samsun, is one of Turkey's most important wetland complexes with its rich biodiversity and critical habitat for globally endangered bird species (Özesmi, 2006). The Kızılırmak Delta is located in the central Black Sea region, is one of Turkey's most important wetland complexes and the only designated Ramsar site in the basin (Schelle et al., 2004). The Kızılırmak is the longest river entirely within Turkey. Kızılırmak ends in the Black Sea from the shores of Bafra which is a district in the Samsun Province of Turkey.

Major threats in the Kızılırmak Delta are drainage and irrigation projects, pollution and filling of lakes with agricultural chemicals, illegal urbanisation on the coastal zone, sand extraction and uncontrolled hunting, degradation of the coastline due to the absence of alluvial flows from lower courses of the river after dam construction. The wetland is polluted by agricultural runoff and untreated sewage from Bafra, leading to eutrophication (Akbulut et al., 2000). The Kızılırmak accumulates a significant amount of nutrients, metals and other compounds in its basin as a result of anthropogenic activities (Bakan et al., 2010). Kızılırmak is one of the most important river in the Black Sea Region, and many industries are located in this region and it has been reported that most of them do not have treatment plants and potentially cause local pollution problems (Altas and Büyükgüngör, 2007). The treated wastewater of Bafra town is discharged to Kızılırmak Delta (Samsunlu et al., 2002).

Metals eventually enter in food chains and their bioaccumulation and magnification can cause physiological and morphological alterations not only in aquatic animals but in human beings as well. In this sense, fish are very important because they are the preferred food in human consumption. *C. carpio* is a very popular type of fish because it is cheap. They are omnivorous, they can be cultured. The high growth rates also make them commercially preferable. They spend the winter periods at the bottom for protection from the cold. They can also live in low salt waters. They are found in muddy, abundant vegetation, turbid and heavily flowing waters. Growth biology, age determination of this species in the region were studied by many researchers (Demirkalp, 1992a, b; Yılmaz and Polat, 2008; Yılmaz et al., 2012). However, metal accumulation studies in carp are partially less (Öztürk et al., 1995; Bat et al., 2015; Bat and Öztekin, 2018). However, these studies should be done regularly and evaluated in terms of public health. Nowadays, attempt

to determine metals in fish have drawn a major issue of interest. The main purpose of this study is to determine metal accumulation in different organs and tissues of the most common and delicious carp fish *Cyprinus carpio* L., 1758.

## MATERIAL AND METHOD

The common carp *C. carpio* in Kızılırmak were obtained from local fishermen at landing sites in Bafra. A total of ten specimens were purchased. Mean lengths ranged from 35 cm to 46 cm and mean weights of the samples ranged from 520 g to 2130 g. The samples were washed with clean water and put in ice boxes and transported to laboratory. After measuring body weight and total length, fish samples were dissected in the laboratory where the liver, entire gill, stomach + intestine, skin and muscle tissues and organs were removed from each fish individuals and frozen for metals analysis according to Bernhard (1976).

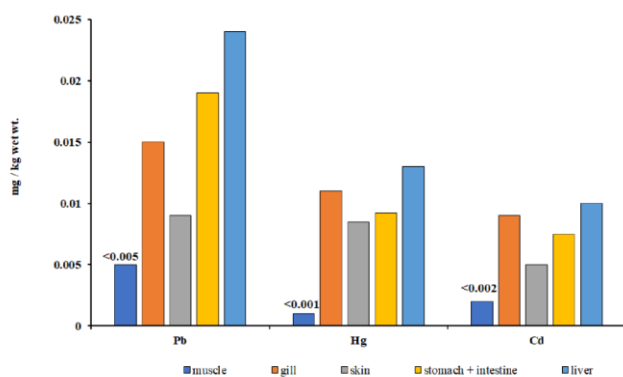
All fish samples were wet digested and concentrations of Cd, Hg, Pb, Cu, Zn and Fe were determined using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) method by accredited Environment Industrial Analysis Laboratory Services Trade Company (TÜRKAK Test TS EN ISO IEC 17025 AB-0364-T). The method for determination of these metals, used acid, standard reference material, wet digestion was used by European standard method with number EN 15763.

The data obtained from metals analysis was statistical analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey test to find out significant levels among fish tissues (Zar, 1984). SPSS software version 21.0 was used for statistical analysis. Differences were considered significant at  $p \leq 0.05$ .

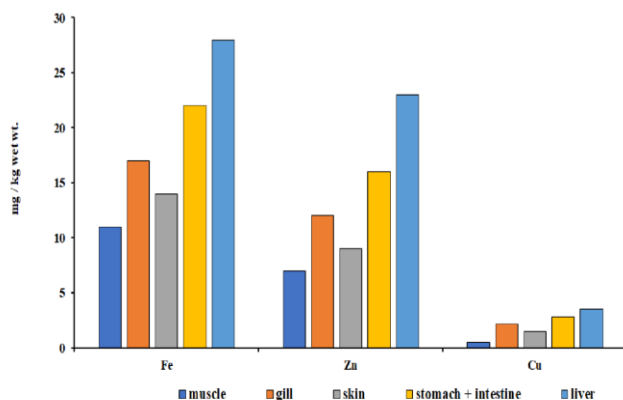
## RESULTS AND DISCUSSION

Mean levels of metal concentrations ( $\text{mg kg}^{-1} \pm \text{SD wet wt.}$ ) found in tissues of *C. carpio* are presented in Figures 1 and 2. The concentrations of the essential metals, Fe, Zn and Cu were always higher than those of the non-essential metals Pb, Hg and Cd. Tukey HSD multiple comparisons post-hoc test was used to determine whether there was a statistically significant difference between tissues or not. There were statistically significant differences between organs and tissues of the common carp ( $p < 0.05$ ). The results of the current study showed that the metal levels in liver tissues, gill, stomach + intestine and skin were higher than those in the muscle tissues. The results show that all the non-essential metals Cd, Hg and

Pb in edible tissues of the common carp were below the detection of limits. Detection of limits for Cd, Hg and Pb were 0.002, 0.001 and 0.005 mg/kg, respectively (Figure 1). European Commission regulation (EC, 2006) indicates that maximum levels of Pb, Hg and Cd are 0.30, 0.50, and 0.05 mg/kg wet wt., respectively. The amounts of these toxic metals in muscle tissues of the common carp are not risky to people health. The data of the present study show a useful baseline to determine any future changes in local pollution of the Kızılırmak



**Figure 1.** Concentrations of non-essential metals in the common carp from Kızılırmak.



**Figure 2.** Concentrations of essential metals in the common carp from Kızılırmak.

However, these toxic metals in other tissues were detected. Pb is a potentially toxic metal, especially in the aquatic environment. Seafood is generally accepted as the main source of mercury, a highly toxic metal, in food chain. Cd is a highly toxic metal for fish and tends to be accumulated in biota very quickly. For this, the fish must be cleaned very well before consumption. Organs or other tissues outside the muscle tissues should be separated, including the skin, and then cooking should be started. Therefore, the consumption of the common carp, studied in this research, does not constitute a risk to public health. Similarly, consumption of *C. carpio* from Karasu Stream has also been found to pose no danger (Bat et al., 2019).

Among studied metals, Fe had highest mean concentration in all tissues followed Zn and Cu (Figure 2). Fe is the most abundant metallic element. In the present study, the highest mean Fe concentration was determined in all tissues of *C. carpio*. Zn is essential metal but, being exposed to very high levels may toxic effects. The highest mean Zn amount in the edible tissues was 7 mg/kg wet wt. Cu is also an essential metal existing at small levels in a variety of cells and tissues and at high levels in the liver. However, it is toxic if taken at high levels. In this study, the highest mean Cu concentration of the common carp was detected as 1.5 mg / kg wet wt. in skin 2.2 mg / kg wet wt., in gills, 2.8 mg / kg wet wt. in stomach + intestine and 3.5 mg / kg wet wt. liver. The lowest levels of Cu was found in edible tissues (0.51 mg / kg wet wt.). As it can be seen, there is not any risk to public health in consumption of carp in terms of Fe, Zn and Cu.

The concentrations of Fe, Zn, Cu and Pb in *C. carpio* were liver > stomach + intestine > gill > skin > muscle, while the Hg and Cd levels were liver > gill > stomach + intestine > skin > muscle, respectively. Highest mean concentrations of metals were observed in liver tissues. According to the data, with regard to liver, the maximum levels of Fe, Zn, Cu, Pb, Hg and Cd were 28, 23, 3.5, 0.024, 0.013 and 0.01 mg / kg wet wt., respectively. The result of the study showed that the liver tissue tends to accumulate both toxic and non-toxic metals more than other studied tissues and organ. It may be explained with the physiological metabolism of the fish. Metal accumulation in fish tissues and organs depend on the physiological and metabolic activities of them. They tend to interact with metallothionein protein. The mentioned protein exists in high level in liver tissue because liver is the main organ that provides metallothionein. This agrees with previous studies from Altinkaya Dam Lake of Samsun (Öztürk et al., 1995; Bat and Öztekin, 2018), Lake Balık of Kızılırmak Delta (Bat et al., 2015), Karakaya Dam Lake (Küçükbay and Örün, 2003). The higher concentrations in liver represent storage capability of metals, it is known that liver has been considered to be the inner organs for metals accumulation in fish. The higher amounts of metals in liver relative to other tissues was attributed to the affinity of metallothionein protein. Similar results were also observed for Cu and Fe in *Tinca tinca* collected from Sıdıklı Küçükboğaz Dam Lake (Yılmaz et al., 2016).

Fish uptake metals from water through their gills and skins or through contaminated food. Gills are the first barrier and main entrance of dissolved metals and responsible for homeostasis of essential metals such as Fe and Cu in hepatic metallothionein biological with detoxification of metal ions. One of the major routes of metal assimilation in fish are water via the gills (Dallinger et al., 1987). The uptake of metals in the gills could be due

to the fact that gills serve as the respiratory organ which metal ions are absorbed. The levels of metals in gills also reflects their levels in water where fish habitat.

The common carp prefers shallow waters with dense macrophyte cover and slower-current bodies of water with muddy sediments, however these fish are tolerant in a wide variety of aquatic habitats (Bat et al., 2008). The metals tended to settle to the bottom and accumulate in sediment year after year (Bat and Özkan, 2019). As a result, they have the potential to accumulate metals. These non-biodegradable and non-essential metals such as Cd, Hg and Pb are highly toxic contaminants and their uptake and bioaccumulation in fish may cause serious problem directly on food chain and eventually to people (Bat, 2017).

## CONCLUSION

Overall Fe and Zn were detected in higher concentrations followed by Cu. Non-essential metals Pb, Hg and Cd could only be detected mainly in liver and other tissues and organs except muscle tissues. Metal concentrations in Kızılırmak is due to discharge of sewage and urban effluents in this area (Altas and Büyükgüngör, 2006). This indicates that fish of natural river waters is contaminated with metals.

The levels of essential metals were always higher in organs and tissues of the fish individuals than the non-essential metals and there appeared to be some rapport with the metals to particular organs and tissues of the common carp and finally the muscle tissues had the minimum levels of these metals.

## CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The authors declare that there are no conflicts of interest.

## REFERENCES

- Akbulut, M., Bat, L., Çulha, M. & Satılmış, H.H. (2000). Kızılırmak Deltasının sorunları ve çözüm yolları. *Su Ürünleri Sempozyumu*, 20-22 Eylül 2000, Sinop, 655-661.
- Altas, L. & Büyükgüngör, H. (2007). Heavy metal pollution in the Black Sea shore and offshore of Turkey. *Environmental Geology*, 52(3), 469-476.
- Bakan, G., Özkoç, H. B., Tülek, S. & Cüce, H. (2010). Integrated environmental quality assessment of Kızılırmak River and its coastal environment. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(4), 453-462.
- Bat, L., Erdem, Y., Ustaoglu-Tırlı, S., & Yardımcı, Ö. (2008). *Balık Sistematiği*. XVIII+ 270 s. Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara.
- Bat, L., Arıcı, E., Sezgin, M. & Şahin, F. (2015). Heavy metal levels in the liver and muscle tissues of the four commercial fishes from Lake Balık, Kızılırmak Delta (Samsun, Turkey). *Journal of Coastal Life Medicine*, 3(12), 950-955.
- Bat, L. (2017). The contamination status of heavy metals in fish from the Black Sea, Turkey and potential risks to human health. In: Sezgin, M., Bat, L., Ürkmez, D., Arıcı, E., Öztürk, B. (Eds.) *Black Sea Marine Environment: The Turkish Shelf*. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication, 46, 322-418.
- Bat, L. & Öztekin, A. (2018). Heavy metal levels in muscle, livers and digestive tracts of *Cyprinus carpio* L., 1758 from Altinkaya Dam Lake of Samsun Province, Turkey. 185-189 p., In: *MARFRESH2018 (First International Marine & Freshwater Sciences Symposium)*, 18-21 October 2018 Kemer, Antalya, Turkey.
- Bat, L. & Özkan, E. Y. (2019). Heavy metal levels in sediment of the Turkish Black Sea coast. In *Oceanography and Coastal Informatics: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 86-107). IGI Global, USA.
- Bat, L., Şahin, F., Öztekin, A., Arıcı, E. & Yardımcı, Ö. (2019). Assessment of Cd, Hg, Pb, Cu and Zn amounts in muscles of *Cyprinus carpio* from Karasu Stream, Sinop. *Current Agriculture Research Journal*, 7(2), 171-180.
- Bernhard, M. (1976). *Manual of methods in aquatic environment research. Part 3-Sampling and analyses of biological material (guidelines for the FAO (GFCM)/UNEP Joint Coordinated Project on Pollution in the Mediterranean)*. Documents Techniques FAO sur les Pêches (FAO).
- Dallinger, R., Prosi, F., Segner, H. & Back, H. (1987). Contaminated food and uptake of heavy metals by fish: a review and a proposal for further research. *Oecologia*, 73(1), 91-98.
- Demirkalp, F.Y. (1992a). Bafra Balık Gölleri (Balıkgözü-Uzungöl)'nde yaşayan sazan balığı (*Cyprinus carpio* L., 1758)'nın büyüme özellikleri. *Doğa Türk Zooloji Dergisi*, 16, 161-175.
- Demirkalp, F.Y. (1992b). Bafra Balık Gölleri (Balıkgözü-Uzungöl)'nde yaşayan *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 ve *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nin üreme biyolojileri. *Turkish Journal of Zoology*, 16(4), 311-322.
- European Commission. (2006). *Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs*. Off J Eur Union, 364 (365-324).
- Küçükbay, F.Z. & Örün, İ. (2003). Copper and zinc accumulation in tissues of the freshwater fish *Cyprinus carpio* L. 1758 collected from the Karakaya Dam Lake, Malatya (Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 12, 62-66.
- Özesmi, U. (2006). Ecosystems in the mind: Fuzzy cognitive maps of the Kızılırmak Delta Wetlands in Turkey. *arXiv preprint q-bio/0603022*.

- Öztürk, M., Bat, L. & Öztürk, M. (1995).** Altınkaya Barajı'nda (Samsun) yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758 türünün çeşitli organ ve dokularındaki bazı ağır metallerin birikimi. 650-667p. II. *Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirileri*, 11-13 Eylül, Ankara.
- Samsunlu, A., Akca, L., Kinaci, C., Findik, N. & Tanik, A. (2002).** Significance of wetlands in water quality management-past and present situation of Kizilirmak Delta, Turkey. *Water science and technology*, **46**(8), 145-152.
- Schelle, P., Collier, U. & Pittock, J. (2004).** *Rivers at risk: dams and the future of freshwater ecosystems*. In: World wildlife fund (WWF). Paper to the 7th international river symposium, Sept (Vol. 4).
- Yılmaz, S. & Polat, N. (2008).** *Cyprinus carpio* L., 1758 (Sazan)'nın yaş tayini için farklı kemiksi yapıların değerlendirilmesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi yayınları*, **3**(2), 149-161.
- Yılmaz, S., Yazicioğlu, O. & Polat, N. (2012).** Bafra Balık Gölleri (Samsun, Türkiye)'ndeki sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'ın yaş ve büyüme özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **3**(2), 1-12.
- Yılmaz, M., Teber, C., Akkan, T., Er, C., Kariptas, E. & Ciftci, H. (2016).** Determination of heavy metal levels in different tissues of tench (*Tinca tinca* L., 1758) from Siddikli Kucukbogaz dam lake (Kirsehir), Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **25**(6), 1972-1977.
- Zar, J.H. (1984).** *Biostatistical analysis*. Second edition. Prentice Hall, Int., New Jersey.





## Gökkuşluğu Alabalığı Anaç ve Larvalarında Görülen Gaz Kabarcığı Hastalığı

Muhammed ARABACI Boran KARATAŞ\* Mustafa AKKUŞ  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, VAN, Türkiye

Geliş/Received: 14.05.2020

Kabul/Accepted: 07.07.2020

Atıf yapmak için: Arabacı, M., Karataş, B. & Akkuş, M. (2020). Gökkuşluğu Alabalığı Anaç ve Larvalarında Görülen Gaz Kabarcığı Hastalığı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 304-308.

How to cite: Arabacı, M., Karataş, B. & Akkuş, M. (2020). Gas Bubble Disease in Broodstocks and Larvae in a Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 304-308.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0002-2462-6441>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4353-1293>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8900-9495>

**\*Sorumlu yazarın:**

Boran KARATAŞ  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri  
Fakültesi, VAN, Türkiye.  
✉: [borankaratas@yyu.edu.tr](mailto:borankaratas@yyu.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (532) 746 94 15

**Öz:** Bu çalışmada, Van ilindeki bir gökkuşluğu alabalığı kuluçkahanesinde anaç ve larvalarda görülen ölümlerin nedeni araştırılmıştır. Gökkuşluğu alabalığı anaç ve larvalarında nekropsi yapılarak hastalığa neden olan etken ve semptomlar değerlendirilmiştir. Hastalığın çevresel etkenlerini değerlendirmek amacıyla sudaki çözünmüş O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ve NO<sub>3</sub> konsantrasyonları belirlenmiştir. Ayrıca diğer su kalite kriterlerinden su sıcaklığı, pH ve total sertlik belirlenmiştir.

Anaçların deri, solungaç, göz kenarları ve yüzgeç ışınları üzerinde emboli olduğu, larvaların besin kesesinin etrafında gaz kabarcığı olduğu ve besin keselerini tüketemeyerek, su yüzeyinde ters yüzdükleri görülmüştür. Sudaki çözünmüş O<sub>2</sub> saturasyonu havuz girişlerinde  $165 \pm 2,51$  mg/l havuz çıkışında  $147 \pm 4,16$  mg/l olarak belirlenmiştir. Hastalığın anaçlardaki morbiditesi %25, mortalite oranının %10 olduğu, larvalarda ise morbidite ve mortalite oranının %5 olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular neticesinde hastalığın enfeksiyöz bir hastalık olmayıp non-kontagiyöz çevresel kökenli gaz kabarcığı hastalığı olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak anaç ve larvalarda gaz kabarcığı hastalığına sudaki aşırı çözünmüş oksijen doygunluğunun neden olduğu kanaatine varılmıştır. Gaz kabarcığı hastalığı ile karşılaşan yetiştiricilere su girişlerinde saturasyon kolonu kullanması veya giriş suyunu havalandırması önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Anaç, gaz kabarcığı hastalığı, gökkuşluğu alabalığı, larva.

## Gas Bubble Disease in Broodstocks and Larvae in a Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

**Abstract:** In this study, the cause of the deaths in broodstocks and larvae in rainbow trout hatchery in Van province were investigated. Necropsy was done in broodstocks and larvae. The causative agents and symptoms were evaluated. Dissolved O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> and NO<sub>3</sub> concentrations in water were determined in order to evaluate the environmental factors of the disease. In addition, water temperature, pH and total hardness were also determined from other quality water criterias.

At skin and gill, eye edges, fins of broodstock were seen embolus. Around the yolk sac of the larvae were determined the gas bubbles. It was also observed that larvae could not consume the yolk sac, and larval posture was reverse at water surface. The dissolved O<sub>2</sub> saturation at the inlet of the pools were measured as  $165 \pm 2,51\%$  and at the out of broodstock pool was  $147 \pm 4,16\%$ . The morbidity of the disease in the broodstocks were 25%, the mortality rate was 10%, and the morbidity and mortality rate was 5% in the larvae. According to the findings the disease is not an infectious disease but a non-contagious, environmental gas bubble disease.

As a result, the supersaturation of dissolved oxygen in water caused the gas bubble disease in broodstocks and larvae. For the solution of gas bubble disease, it may be recommended to the use of saturation column at the water inlets or aeration of water at the inlets of pools.

**Keywords:** Broodstock, gas bubble disease, larva, rainbow trout.

**\*Corresponding author's:**

Boran KARATAŞ  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri  
Fakültesi, VAN, Türkiye.  
✉: [borankaratas@yyu.edu.tr](mailto:borankaratas@yyu.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (532) 746 94 15

## GİRİŞ

Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliğinde enfeksiyöz hastalıklar ön planda olmasına rağmen non-enfeksiyöz hastalıklar da önemli sorunlara neden olmaktadır. Çevresel kökenli gaz kabarcığı hastalığı da bunlardan bir tanesidir. Gaz kabarcığı hastalığı, sudaki total gaz konsantrasyonunun balıklarda neden olduğu bulaşıcı olmayan bir durumdur (Ross vd., 2018).

Gaz kabarcığı hastalığına yüksek miktarda toplam çözünmüş gaz veya nitrojen (Weitkamp & Katz, 1980) neden olabilir, ancak hastalık aynı zamanda sadece yüksek oksijen doygunluğundan da kaynaklanabilir (Espmark vd., 2010). Sudaki total gaz konsantrasyonuna bağlı olarak oluşan gaz kabarcığı hastalığı hem sucul ekosistemlerde hem de kültür koşullarında karşılaşılan bir hastalıktır. Yetiştiriciliği yapılan balıklar, kültür koşulları altında genellikle sığ sularda ve yüksek stok yoğunluğuna bağlı olarak gelişen stres altında tutuldukları için, total gaz konsantrasyonunun olumsuz etkilerinden sucul ekosistemlerdeki balıklara kıyasla daha çok etkilenmektedirler (Midilli vd., 2019).

Sudaki total gaz konsantrasyonunun balıklardaki etkisi, balık türüne ve balığın hayat safhasına, yaşadığı suyun kalitesine ve derinliğine bağlı olarak farklılık gösterebilir (Yuan vd., 2018). Ayrıca farklı yaş ve büyüklükteki balıklar, artan total gaz konsantrasyonuna farklı tepkiler verebilir (Weitkamp & Katz, 1980).

Yüksek total gaz konsantrasyonuna maruz kalan balıklarda, çeşitli zararlı veya ölümcül fizyolojik değişiklikler olabilir (Weitkamp & Katz, 1980). Balıklarda hastalık dış incelemede göz, operkulum, yüzgeçler, vücut ve ağız bölgeleri üzerinde kabarcıklar ve vücut içinde kanda ve solungaç kemerinde kabarcıklar olarak ortaya çıkabilir (Espmark vd., 2010). Ayrıca kabarcıkların, solungaçlarda veya kalpte ya da her iki dokuda birden kan dolaşımını engellemesi genellikle balıklarda ölüme neden olabilir (Machova vd., 2017).

Bu çalışmada Van ilindeki bir gökkuşluğu alabalığı kuluçkahanesinde beslenen anaç ve larvalarda görülen ölümlerin nedeni araştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Van ilindeki bir gökkuşluğu alabalık çiftliğinin kuluçkahanesinde görülen ölümlerin nedenini araştırmak için gökkuşluğu alabalığı anaç ve larvalarında nekropsi yapılarak hastalığa neden olan etken ve semptomlar çıplak göz ve mikroskop (Leica DM500) ile değerlendirilmiştir. Mikroskopta iç organlar ve solungaçlar bakteriyolojik ve parazitolojik açıdan incelenmiştir. Hastalığın enfeksiyöz bir hastalık olmadığı değerlendirilmesi yapılmış ve çevresel nedenler üzerinde durulması gerektiğine karar verilmiştir.

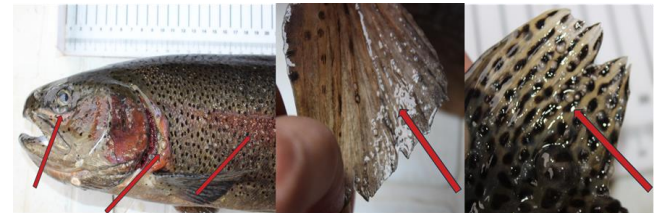
Hastalığın çevresel nedenlerini değerlendirmek için anaç ve larva havuzlarının giriş suyundan ve anaç havuzunun çıkış suyundan örnekler alınarak yerinde ve laboratuvarında ölçüm ve analizler yapılmıştır. Bu amaçla (1) sudaki gaz saturasyonunu belirlemek için; sudaki çözünmüş oksijen (O<sub>2</sub>) saturasyonu ve çözünmüş karbondioksit (CO<sub>2</sub>) konsantrasyonları belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen (O<sub>2</sub>) saturasyonu ölçmek için, ölçümden önce kalibrasyonu yapılan dijital oksijen metre (YSI Pro 20) kullanılmıştır. Sudaki karbonat (CO<sub>3</sub>) ve bikarbonat (HCO<sub>3</sub>) tayini titrasyon metodu ile belirlenmiştir (Egemen, 2006). Sudaki çözünmüş karbondioksit (CO<sub>2</sub>) konsantrasyonu ise grafik metodu kullanılarak hesaplanmıştır (Egemen, 2006). (2) Ayrıca, sudaki organik kirliliğin göstergeleri olarak iyonize olmayan amonyak (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>) ve nitrat (NO<sub>3</sub>) konsantrasyonları spektrofotometrik olarak (HACH, 2006) ölçülmüştür. (3) NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ve NO<sub>3</sub>'ün toksisitesini önemli ölçüde etkileyen diğer su kalite kriterlerinden su sıcaklığı, pH (Thermo) ve total sertlik Egemen, (2006) tarafından bildirildiği yöntemle göre belirlenmiştir.

Ayrıca anaç ve larvalarda hastalığın morbidite oranı (toplam populasyon içindeki hasta hayvan yüzdesi) ve mortalite oranı (toplam populasyon içindeki aynı hastalıktan ölen hayvan sayısı) hesaplanmıştır (Atay, 1989).

## BULGULAR

Gökkuşluğu alabalığı anaç ve larvalarında nekropsi yapılarak hastalığa neden olan etken ve semptomlar çıplak göz ve mikroskop ile değerlendirilmiş ve hastalığın enfeksiyöz bir hastalık olmayıp non-kontagiyöz çevresel kökenli gaz kabarcığı hastalığı olduğu belirlenmiştir.

Hasta gökkuşluğu alabalığı anaçlarının deri, solungaç, göz kenarları ve yüzgeç ışınları üzerinde dış baki ve mikroskopta emboli gözlenmiştir (Şekil 1). Hastalığın gökkuşluğu alabalığı anaçlarındaki morbidite oranı %25 mortalite oranı ise %10 olarak hesaplanmıştır.

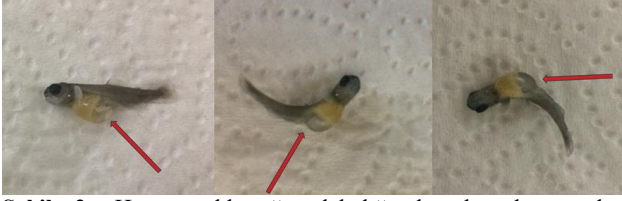


**Şekil 1.** Hasta gökkuşluğu alabalığı anaçlarında görülen semptomlar.

**Figure 1.** Symptoms seen in diseased rainbow trout broodstocks.

Hasta gökkuşluğu alabalığı larvalarında dış bakıda besin kesesinin etrafında gaz kabarcığı olduğu ve besin

keselerini tüketemeyerek, su yüzeyinde ters olarak yüzdükleri görülmüştür (Şekil 2). Hastalığın larvalardaki morbidite ve mortalite oranı %5 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. Hasta gökkuşağı alabalığı larvalarında görülen semptomlar.

Figure 1. Symptoms seen in diseased rainbow trout larvae.

Hastalığın çevresel nedenlerini değerlendirmek amacıyla çalışmada belirlenen su kalite kriterleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kuluçkahane suyuna ait bazı su kalite kriterleri.

Table 1. Some water quality criteria for hatchery water.

Parametreler	Havuz giriş suyu	Anaç havuz çıkış suyu*
Toplam çözülmüş oksijen (O <sub>2</sub> ) saturasyonu	%165± 2,51 mg/l	%147± 4,16 mg/l
Karbondioksit (CO <sub>2</sub> )	13,1 ± 0,24 mg/l	14,15 ± 0,21 mg/l
Karbonat (CO <sub>3</sub> )	0	0
Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> )	231,8 mg/l	241 mg/l
Amonyak (NH <sub>3</sub> )	0,025 ± 0,007 mg/l	0,125 ± 0,007 mg/l
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	0,0225 ± 0,0007 mg/l	0,0235 ± 0,0007 mg/l
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	3,65 ± 0,07 mg/l	3,85 ± 0,212 mg/l
Su sıcaklığı		7,6 ± 0,33 °C
pH		7,7± 0,007
Su sertliği		148 mg/l CaCO <sub>3</sub>

\* Gökkuşağı alabalığı larvaları kuluçka tepesinde olduğu için su çıkış değerleri ölçülmemiştir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, hastalığa neden olabilecek bazı su kalite kriterlerinden çözülmüş oksijen (O<sub>2</sub>), nitrojen ve sudaki çözülmüş CO<sub>2</sub> miktarlarına ait elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde, sudaki çözülmüş O<sub>2</sub> saturasyonunun çok yüksek olduğu görülmektedir. Kuluçkahane suyundaki çözülmüş O<sub>2</sub> saturasyonu, havuz girişinde %167 ve havuz çıkışlarında ise %147 olarak ölçülmüştür. Sudaki yüksek çözülmüş O<sub>2</sub> saturasyonu gökkuşağı alabalığı anaç ve larvalarında gaz kabarcığı hastalığına neden olacak düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Nitekim alabalık yetiştiriciliğinde sudaki çözülmüş O<sub>2</sub> saturasyonunun %110'nun üzerinde olması gaz kabarcığı hastalığının oluşmasına neden olduğu bildirilmiştir (Machova vd., 2017). Diğer taraftan sudaki çözülmüş CO<sub>2</sub> miktarına bakıldığında ise işletme havuz girişlerinde çözülmüş CO<sub>2</sub> miktarı, Bohr etkisine neden olacak kadar yüksek olmasa da ortalama 13,63±0,225 mg/l düzey ile sudaki total gaz saturasyonunu dolayısıyla hastalığı arttırmaktadır. Alabalık yetiştiriciliğinde sudaki total gaz konsantrasyonunun artmasını sağlayan ve gaz kabarcığı hastalığına neden olan etmenlerden biriside çözülmüş CO<sub>2</sub> miktarıdır. Çözülmüş CO<sub>2</sub> miktarı larvalar için 15 mg/l, sofralık balıklar için ise 30 mg/l'nin altında olması

gerektiği bildirilmiştir (Arabacı, 2007). Sudaki çözülmüş CO<sub>2</sub> miktarının bu değerlerin üzerine çıkması alabalık yetiştiriciliğinde Bohr etkisine neden olarak balıkların sudaki çözülmüş oksijenden faydalanmalarına negatif etki etmekte ve ölüme neden olabileceği rapor edilmiştir (Egemen, 2006).

Sudaki organik madde kirliliğinin göstergesi olan iyonize olmayan amonyak (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>) ve nitrat (NO<sub>3</sub>) değerlerine bakıldığında bu değerlerin toksik seviyede olmadığı görülmüştür. Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde sudaki NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ve NO<sub>3</sub> değerlerinin toksik olabilmesi için NH<sub>3</sub> seviyesi 0,2 mg/l'nin (Egemen, 2006), NO<sub>2</sub> seviyesi 0,2 mg/l'nin (Arabacı, 2007) ve NO<sub>3</sub> seviyesi 4 mg/l (Egemen, 2006) üstünde olması gerektiği bildirilmiştir. Egemen, (2006) amonyak toksisitesi için alabalıklarda genç bireylerde 0,3-0,5 mg/l'den itibaren ölümlere rastlanabileceğini bildirmiştir. NO<sub>2</sub> seviyesi havuz giriş ve çıkışlarında belirtilen toksik değerlerin altındadır. Diğer taraftan NH<sub>3</sub> ve NO<sub>3</sub> değerleri ise belirtilen toksik değerlerin altında olmasına rağmen eşik seviyesine yakın olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu değerlerin toksik olmadığı kanaatine varılmıştır. Çünkü bu faktörlerin toksisitesini etkileyen kullanılan suyun orta sertlikte olması, su sıcaklığının ve pH değerinin düşük seviyede olmasından dolayı anaç ve larvalar için toksik olmadığı düşünülmüştür. Ayrıca yapılan solungaç incelemelerinde İyonize olmayan amonyak (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>) ve nitrat (NO<sub>3</sub>) değerlerinin solungaçlarda oluşabilecek tipik değişimlerin görülmesine (Arabacı vd., 2014) neden olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısı ile bu çalışmada NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> ve NO<sub>3</sub> değerlerinin anaç ve larvaların ölüm sebebi olmadığı kanaatine varılmıştır.

Çalışmada anaçlarda gözlenen semptomlar değerlendirildiğinde ise hasta gökkuşağı alabalığı anaçlarının deri, solungaç, göz kenarları ve yüzgeç ışınları üzerinde emboli gözlenmiştir. Yüksek miktarda gaz saturasyonuna maruz kalmak, balıkların çeşitli dokularda emboli oluşturduğu rapor edilmiştir (Weiland vd., 1999). Espmark vd., (2010) gaz kabarcığı hastalığı görülen balıklarda, hastalığın göz, operkulum, yüzgeçler, vücut ve ağız bölgeleri üzerinde, vücut içinde kanda ve solungaç kemeri kabarcıklar olarak ortaya çıkabileceğini bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalara bakıldığında gaz kabarcığı hastalığının belirtileri benzer şekilde tarif edilmiştir. Lemerie vd., (2011) hastalık belirtilerinin göz çevresi, dorsal ve pektoral yüzgeçlerde görüldüğünü, Machova vd., (2017) hem solungaç yüzeyinde hem de solungaç filamentlerinin içinde ciddi gaz kabarcıkları olduğunu rapor etmişlerdir.

Kültür koşullarında karşılaşılan gaz kabarcığı hastalığı ile ilgili vakalara bakıldığında gökkuşağı alabalığı anaçlarında gaz kabarcığı hastalığı ile ilgili çalışmalara çok rastlanılmamaktadır. Bunun nedeni büyük balıkların küçük

balıklara kıyasla gaz kabarcığı hastalığına karşı daha dayanıklı olmalarından ileri gelebileceği rapor edilmiştir (Cornacchia & Colt, 1984; Dennison & Marchyshyn, 1973). Gaz kabarcığı hastalığı ile ilgili diğer vakalara bakıldığında ise sudaki aşırı çözülmüş O<sub>2</sub> saturasyonunun gaz kabarcığı hastalığına neden olduğu benzer durumlar görülmektedir. Çek Cumhuriyeti'nde bir alabalık çiftliğinde balıkların gaz kabarcığı hastalığından dolayı öldükleri rapor edilmiştir. Araştırmacılar yaptıkları incelemeler sonucunda ölümlerin %136'ya varan çözülmüş O<sub>2</sub> saturasyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Machova vd., 2017). Espmark vd., (2010) tarafından yapılan bir deneyde ise Atlantik somonunda gaz kabarcığı hastalığının mortalitesi ve gelişimi, balıkların %160 çözülmüş oksijen doygunluğuna maruz kaldığı 14. günden sonra ortaya çıkmıştır.

Diğer taraftan hastalığın larvalardaki etkilerine bakıldığında larvaların besin kesesinin etrafında gaz kabarcığı oluştuğu ve besin keselerini tüketemeyerek, su yüzeyinde ters olarak yüzdükleri görülmüştür. Larvalar, anaç veya porsiyonluk balıklara oranla gaz kabarcığı hastalığına karşı daha hassastırlar. Genellikle gaz saturasyonunun sublethal olarak kabul edildiği seviyelerde bile maruz kalma süresi arttıkça larvalarda mortalitenin arttırdığı bilinmektedir (Cornacchia & Colt, 1984). Nitekim bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında larvalarda hastalığın görülme sıklığı az olsa da semptom gösteren tüm larvalar ölmüştür. Kültür koşullarında larvalarda karşılaşılan gaz kabarcığı hastalığı ile ilgili vakalara bakıldığında da sudaki aşırı çözülmüş O<sub>2</sub> saturasyonunun gaz kabarcığı hastalığına neden olduğu benzer durumlar görülmektedir. Balta & Dengiz Balta, (2020) gökkuşağı alabalığı yavrularında karşılaştıkları 12 gaz kabarcığı vakasında, yem kesesini yeni bitirmiş veya 1-2 g'lık yavru balıkların karın altındaki derinin şeffaf balon şeklinde şişkin ve gazla dolu olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar yavru ölümlerinin gün geçtikçe arttığını ve saturasyonun düzeltilmediği takdirde ölümlerin %100'e yaklaştığını bildirmişlerdir. Önceki yapılan çalışmalara bakıldığında hastalık belirtilerinin bu çalışmada elde edilen semptom ve sonuçlarla paralellik gösterdiği görülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada bir gökkuşağı alabalığı kuluçkahanesinde anaç ve larvalarda görülen ölümlerin nedeni araştırılmış ve ölümlerin sudaki aşırı çözülmüş oksijen saturasyonu sonucu gelişen gaz kabarcığı hastalığından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Gaz kabarcığı hastalığı ile karşılaşan yetiştiricilere su girişlerinde saturasyon kolonu kullanılması veya giriş suyunun havalandırılması önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- Arabacı, M. (2007).** *Gökkuşağı Alabalığı Yetiştiriciliği*, Doğu Anadolu Kalkınma Programı Tarım ve Kırsal Kalkınma Bileşeni, Van, Türkiye, 112s.
- Arabacı, M., Önalın, Ş., Yıldırım, S., Karataş, B. & Yüce, T. (2014).** An ignored environmental problem; the problems stemming from cement used in the constructions of aquatic buildings and their effects on fishes. *Journal of International Environmental Application and Science*, **9**(5), 634-638.
- Atay, D. (1989).** *Populasyon Dinamiği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1154, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 306 s.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2020).** Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularında görülen gaz kabarcığı hastalığı ve tedavisi üzerine bir araştırma. *Anadolu Çevre ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, **5**(1), 100-105. DOI: [10.35229/jaes.706925](https://doi.org/10.35229/jaes.706925)
- Cornacchia, J.W. & Colt, J.E. (1984).** The effects of dissolved gas supersaturation on larval striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, **7**(1), 15-27. DOI: [10.1111/j.1365-2761.1984.tb00903.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1984.tb00903.x)
- Dennison, B.A. & Marchyshyn, M.J. (1973).** A device for alleviating supersaturation of gases in hatchery water supplies. *The Progressive Fish-Culturist*, **35**(1), 55-58. DOI: [10.1577/1548-8659\(1973\)35\[55:ADFASO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1973)35[55:ADFASO]2.0.CO;2)
- Egemen, Ö. (2006).** *Su Kalitesi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, (VI. Baskı). Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir 150s.
- Espmark, Å.M., Hjelde, K. & Baevefjord, G. (2010).** Development of gas bubble disease in juvenile Atlantic salmon exposed to water supersaturated with oxygen. *Aquaculture*, **306**(1-4), 198-204. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2010.05.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.05.001)
- HACH. (2006).** *DR/5000 Spectrophotometer Procedures Manual*. Germany, 115p.
- Lemarie, G., Hosfeld, C.D., Breuil, G. & Fivelstad, S. (2011).** Effects of hyperoxic water conditions under different total gas pressures in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture* **318**(1-2), 191-198. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2011.03.033](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.033)
- Machova, J., Faina, R., Randak, T., Valentova, O., Steinbach, C., Kroupova, H.K. & Svobodova, Z. (2017).** Fish death caused by gas bubble disease: a case report. *Veterinární Medicina*, **62**(4), 231-237. DOI: [10.17221/153/2016-VETMED](https://doi.org/10.17221/153/2016-VETMED)

- Midilli, S., Çoban, D., Güler, M. & Küçük, S. (2019).** Kültür koşullarında Nil Tilapyası ve Melez Kırmızı Tilapya (Cichlidae, *Oreochromis spp.*)’da görülen gaz kabarcığı hastalığı. *Su Ürünleri Dergisi*, **36**(3), 285-291. DOI: [10.12714/egejfas.2019.36.3.09](https://doi.org/10.12714/egejfas.2019.36.3.09)
- Ross, P.M., Pande, A., Jones, J.B., Cope, J. & Flowers, G. (2018).** First detection of gas bubble disease and Rickettsia-like organisms in *Paphies ventricosa*, a New Zealand surf clam. *Journal of Fish Diseases*, **41**, 187-190. DOI: [10.1111/jfd.12684](https://doi.org/10.1111/jfd.12684)
- Weiland, L.K., Mesa, M.G. & Maule, A.G. (1999).** Influence of infection with *Renibacterium salmoninarum* on susceptibility of juvenile spring chinook salmon to gas bubble trauma. *Journal of Aquatic Animal Health*, **11**(2), 123-129. DOI: [10.1577/1548-8667\(1999\)011<0123:IOIWRS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8667(1999)011<0123:IOIWRS>2.0.CO;2)
- Weitkamp, D.E. & Katz, M. (1980).** A review of dissolved gas supersaturation literature. *Transactions of the American Fisheries Society*, **109**(6), 659-702. DOI: [10.1577/1548-8659\(1980\)109<659:ARODGS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1980)109<659:ARODGS>2.0.CO;2)
- Yuan, Y., Wang, Y., Zhou, C., An, R. & Li, K. (2018).** Tolerance of Prenant’s Schizothoracin *Schizothorax prenanti* to total dissolved gas supersaturated water at varying temperature. *North American Journal of Aquaculture*, **80**, 107-115. DOI: [10.1002/naaq.10007](https://doi.org/10.1002/naaq.10007)



## Farklı Tuz Solüsyonlarının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Spermlerinin Dölleme Kabiliyeti Üzerine Etkisi

Mehmet ŞİMŞİR Süleyman AKHAN\*

Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Antalya

Geliş/Received: 05.06.2020

Kabul/Accepted: 07.07.2020

Atıf yapmak için: Şimşir, M. & Akhan, S. (2020). Farklı Tuz Solüsyonlarının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Spermlerinin Dölleme Kabiliyeti Üzerine Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 309-312.

How to cite: Şimşir, M. & Akhan, S. (2020). Effect of Different Salt Solutions on the Fertilization Ability of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Sperm. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 309-312.

<https://orcid.org/0000-0002-6640-816X>  
 <https://orcid.org/0000-0002-9122-1495>

\*Sorumlu yazarın:  
Süleyman AKHAN  
Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi,  
Yetiştiricilik Bölümü, Antalya.  
✉: [akhan@akdeniz.edu.tr](mailto:akhan@akdeniz.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (533) 549 73 70

**Öz:** Bu çalışmada farklı tuz (NaCl) konsantrasyonlarına (%3, %6 ve %12) sahip dölleme eriyiklerini gökkuşluğu alabalığı (*O. mykiss*) sperm hareket süreleri ve dölleme kabiliyetlerine etkisi belirlenmiştir. Kontrol için kullanılan distile saf suda en kısa hareket süresi belirlenirken %3 ile %12 tuzluluğa sahip solüsyon ile aktive edilen spermelerde sırasıyla sperm hareket süreleri  $65 \pm 10,01$  ve  $50,2 \pm 3,12$  sn olarak belirlenmiştir. En uzun süreli hareket süresi  $75 \pm 5,17$  sn olarak %6 tuzluluğa sahip solüsyonla elde edilmiştir. Saf su ile ortalama dölleme oranı  $83,76 \pm 0,36$  olarak belirlenmiştir. Denemelerde kullanılan %3, %6 ve %12 aktivasyon solüsyonlarında ise en iyi dölleme oranı %6 konsantrasyona sahip tuz solüsyonu kullanılan grupta  $92,96 \pm 0,83$  olarak gerçekleşmiştir. Dölleme oranları açısından kontrol grubu ve tuzlu dölleme eriyiği kullanılan tüm grupların ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

**Anahtar kelimeler:** Aktivasyon solüsyonu, dölleme kabiliyeti, gökkuşluğu alabalığı, hareket süresi, sperm.

## Effect of Different Salt Solutions on the Fertilization Ability of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Sperm

\*Corresponding author's:  
Süleyman AKHAN  
Akdeniz University, Faculty of Fisheries,  
Aquaculture Department, Antalya.  
✉: [akhan@akdeniz.edu.tr](mailto:akhan@akdeniz.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (533) 549 73 70

**Abstract:** In this study, the effects of activating solutions prepared with different salt (NaCl) concentrations (3%, 6% and 12%) on rainbow trout (*O. mykiss*) sperm motility durations and fertilization abilities were determined. While determining the shortest movement time in distilled pure water used for control, sperm movement times were determined as  $65 \pm 10.01$  and  $50.2 \pm 3.12$  sec, respectively, in the sperm activated with 3% to 12% saline solution. The longest motility duration was obtained with 6% saline solution as  $75 \pm 5.17$  s. The average fertilization rate (%) with pure water is determined as  $83.76 \pm 0.36$ . Among experimental activation solution groups containing 3%, 6% and 12% NaCl, the best fertilization rate was obtained as  $92.96 \pm 0.83\%$  with 6% saline group. In terms of insemination rates, the difference between the averages of all the saline fertilization solution groups was found statistically significant ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** Activation solution, fertilization ability, rainbow trout, motility duration sperm.

## GİRİŞ

Kemikli balıklarda spermler sağım öncesi ve sonrasında izotonik seminal plazma içerisinde yüksek  $K^+$  konsantrasyonu ile bloke edilerek hareketsiz halde bulunurlar (Woolsey et al., 2006). Spermatazoolar buldukları seminal plazma dışına çıkarak hipo osmotik plazma içerisinde süspanse olduklarında hareket etmeye başlamaktadır (Lahnsteiner et al., 1998). Sperm kalitesi suni döllemede başarıyı etkileyen en önemli unsurdur. Sperm kalitesini oluşturan sperm konsantrasyonu, motilite ve motilite süresi gibi unsurlar balıklarda dölleme başarısını doğrudan etkilemektedir (Alavi & Cosson, 2005; Cosson et al., 1985).

Sperm motilitesi ve hareket süresi pH, iyonlar, ozmotik basınç, sperm-media sulandırma oranı, sucul çevre gibi faktörler tarafından etkilenmektedir (Goodall et al., 1989; Khara et al., 2014). Suni dölleme solüsyonu spermatazooların limit dışı osmotik basınçla yüzleşmesi yerine iyi aktivasyon şartları sağlayarak sperm hareket süresini uzatmaktadır (Cosson, 1985). Böylece daha az spermatazoolla daha fazla yumurta başarılı bir şekilde döllenebilmektedir.

Gökkuşuğu alabalığı ülkemizde kültürü en fazla yapılan tür durumundadır ve başta yavru üretimi Türkiye genelinde kaynak suları ve akarsular üzerinde yaygınlaşmış durumdadır (Akhan vd., 2016). Genellikle çiftlik şartlarında üretimde kullanılan kaynak suları, dere suları ve göl suları alabalık spermlerinin aktivasyonu ve dölleme için yeterli hareketlilik üretmektedir (Woolsey et al., 2006). Bununla birlikte de-iyonize su balık spermlerinin aktivasyonu için oldukça zayıf aktivatördür. Su kaynakları bulunduğu bölgedeki jeolojik yapı ve aldığı yağış nedeniyle farklı sertliğe sahip olabilmektedir. Düşük sertliğe sahip sularda yavru üreten alabalık üreticileri (Örneğin: Doğu Karadeniz) üretim sırasında döllemede ve kuluçka başarısında olumsuzluklar yaşayabilmektedir. Bu nedenle sperm aktivasyonunu en iyi sağlayan dölleme eriyiğinin kullanılması üretim başarısını arttırmaktadır (Canyurt vd., 2003). Alabalıklarda aktivasyon solüsyonunda ve yetiştirme suyundaki iyon konsantrasyonunun döllemedeki etkisi Billard (1978), Stoss (1983) ve Billard et al., (1995) tarafından kapsamlı olarak araştırılmış ve tartışılmıştır. Ancak bu dölleme eriyiklerinin çoğu karmaşık ve farklı tuzların karışımından oluşmaktadır. Oysa üreticiler tarafından kolay temin edilebilen NaCl gibi sodyum tuzu ile yapılmış kapsamlı bir çalışmanın sonuçlandırılması ve elde edilen verilerin üretici ve bilim camiası ile paylaşılması sektör ve üreticiler için önemli katkı sunacağı düşünülmüştür. Bu çalışmada gökkuşuğu alabalıklarında farklı tuz (NaCl) konsantrasyonuna sahip dölleme eriyiklerinin spermatazooların motilite süresine ve dölleme başarısına etkisi araştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

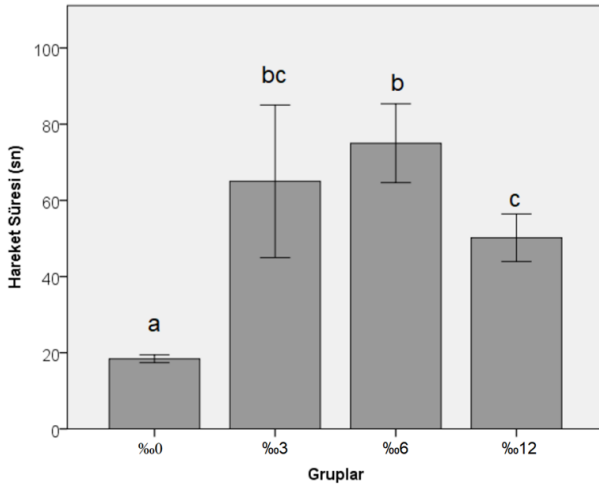
Çalışmalar için T.C. Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Başkanlığından gerekli izinler alınmıştır (Tarih: 25.12.2019 ve Karar No:023). Çalışmada materyal olarak kullanılan yumurtalar ve spermler özel bir alabalık işletmeden temin edilmiştir. Araştırma için her bir dölleme eriyiği (%3- %6 ve %12 NaCl) kontrol (Distile saf su) grubu için 3 tekerrürlü olmak üzere  $3 \times 4 = 12$  deney grubu oluşturulmuştur. Çalışmalarda 6 erkek bireyden (2+ yaş ve 1,5-2 kg ağırlık) sağılmış süt karışımı kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan süt karışımının spermatazoa konsantrasyonu belirlemek için, süt karışımı 1/200 oranında %6 NaCl (Merck, Almanya) solüsyon ile sulandırıldıktan sonra  $\times 200$  büyütmede ışık mikroskobunda (Nikon Eclipse Ci-L Tokyo Japonya) Thoma lamı kullanılarak standart sayım protokolüne göre sayılmıştır. Bu sperm karışımından alınan spermatazooların her bir dölleme eriyiği ile aktivasyon sonrası hareket süreleri belirlenmiştir. Bunun için her aktivasyon solüsyonundan ve saf sudan (kontrol) lam üzerinde 1 damla damlatıldıktan sonra objektif altına yerleştirilmiş ve mikropipet yardımı ile üzerine 2 mikrolitre süt eklenerek aktive edilmiştir. Aktivasyon sonrası spermler duruncaya kadar geçen hareket süresi kronometre ile ölçülmüştür. Her solüsyon için bu işlem 6 tekerrürlü olarak yapılarak hareket süreleri belirlenmiştir.

Üç farklı dişiden (3+ yaş ve 2,5-3 kg ağırlık) sağılan yumurta karışımından üç tekerrürlü olarak her grup için  $1154 \pm 26$  adet yumurta kullanılmıştır. Yumurtaların döllemede yumurta başına  $7,9 \pm 0,17 \times 10^6$  adet/ml spermatazoa olacak şekilde 1 ml süt kullanılmıştır. Standart protokole göre döllenen yumurtalar, su alıp sertleştikten sonra temizlenmiştir. Kontrol ve deneme gruplarına ait döllemiş yumurtalar, su sıcaklığı  $10 \pm 0,5^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanmış kapalı devre dikey kuluçka dolabında (Fet Elektronik-Konya Türkiye) 3 bölmeli tavalara yerleştirilmiş ve gözleninceye kadar inkübe edilmiştir. Dölleme öncesinde ve yumurtaların gözlenmesi sonrasında yumurta sayıları sayılarak ölü yumurtalara oranlanarak dölleme başarısı hesaplanmıştır.

Elde edilen verilerin istatistiki hesaplamaları ve analizleri için SPSS (ver 23) paket programı kullanılmıştır. Yumurta sayıları ve sperm sayısı için paket programında ortalamalar hesaplanarak veriler  $\bar{X} \pm SS$  olarak verilmiştir. Sperm hareket süresi ve dölleme kabiliyeti açısından gruplar arası karşılaştırmada tekyönlü varyans analizine tabi tutularak Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Veriler  $\bar{X} \pm SH$  olarak verilmiştir.

## BULGULAR

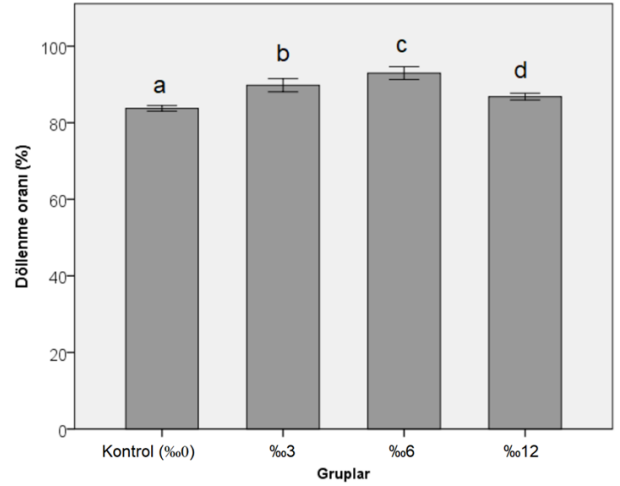
Denemelerde kullanılan ve 6 farklı erkekten sağılan 1 ml sperm karışımında spermatozoit sayısı  $9,13 \times 10^9$  adet/ml olarak hesaplanmıştır. Kuluçkaya bırakılan yumurtalar gözleninceye kadar geçen kuluçka döneminde günlük kaydedilen su sıcaklığı ortalama  $10,11 \pm 0,26^\circ\text{C}$  olarak belirlenmiştir. Yumurtalar 16-17. günde gözlenmiştir. Dölemelerde kullanılan sperm karışımının distile saf su, %3, %6 ve %12 tuzlu eriyik ile aktivasyonundan sonra belirlenen ortalama hareket süreleri Şekil 1'de görülmektedir. Saf su ile aktive edilen spermatozoaların ortalama hareket süresi  $18,4 \pm 0,51$  saniye olarak belirlenmiştir. Tuzlu aktivasyon solüsyonlarında ise %3, %6 ve %12 için sırasıyla spermatozoaların ortalama hareket süresi  $65 \pm 10,01$ ,  $75 \pm 5,17$  ve  $50,2 \pm 3,12$  sn olarak belirlenmiştir. En uzun süreli hareket süresi %6 tuzluluğa sahip solüsyonla elde edilmiştir.



**Şekil 1.** Saf su (Kontrol) ve farklı tuzluluktaki (%3, %6 ve %12) dölleme eriyikleri ile aktive edilen spermelerde ölçülen hareket süreleri. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir. ( $p < 0,05$ ).

**Figure 1.** Determined motility durations in sperm activated by pure water (Control) and fertilization solutions of different salinity (3‰, 6‰ and 12‰). The difference between the averages shown in different letters is statistically significant ( $p < 0.05$ ).

Distile su ve %3, %6 ve %12 NaCl solüsyonları ile aktivasyon sonucu gruplarda belirlenen dölleme oranları Şekil 2'de görülmektedir. Saf su ile ortalama dölleme oranı  $83,76 \pm 0,36$  olarak belirlenmiştir. Tuzlu aktivasyon solüsyonlarında ise %3, %6 ve %12 için sırasıyla ortalama dölleme oranları  $89,79 \pm 0,86$ ,  $92,96 \pm 0,83$  ve  $86,82 \pm 0,45$  olarak belirlenmiştir. En iyi dölleme oranı %6 tuzluluğa sahip aktivasyon solüsyonu ile elde edilmiştir. Tüm gruplara ait ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).



**Şekil 2.** Saf su (Kontrol) ve farklı tuzluluktaki (%3, %6 ve %12) dölleme eriyikleri ile aktive edilen spermeler ile dölenen gruplarda belirlenen dölleme oranları. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir. ( $p < 0,05$ ).

**Figure 2.** Fertilization success determined in the groups fertilized with pure water (Control) and sperms activated with different salinity (3‰, 6‰ and 12‰). The difference between the averages shown in different letters is statistically significant ( $p < 0.05$ ).

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Dölleme kabiliyeti, birçok hayvan türünde sperm motilitesi ve süresi ile ilişkilendirilmiştir. Dölemede motilite süresini arttıran faktörlerin kullanımı ile balık spermalarının *in vitro* dölleme kapasitesini arttırmak mümkün olabilmektedir (Woolsey et al., 2006). Balıkların seminal plazmasının ozmolaritesi türlere ve buldukları habitatlara göre değişmektedir. Alabalıklarda seminal plazmanın ozmolaritesi  $169,1$  mOsm/kg ile  $322$  mOsm/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (Momin and Memis, 2018). Hiperosmolarite, inaktif haldeki spermatozoaları hareketlendirerek aktif hale getirmektedir (Morisawa & Suzuki 1980). Ancak yüksek osmolarite (Örneğin  $400$  mOsm/kg) salmonidlerde sperm hareketini engellemektedir (Momin & Memis 2018). Bu nedenlerle alabalıklarda kullanılan dölleme eriyikleri, birçok tuzun ilavesiyle osmolaritesi artırılmış solüsyonlardan oluşmaktadır. Bu amaçla çok sayıda aktivasyon solüsyonları geliştirilmiş ve bazıları önerilmiştir. Ancak bunların çoğunluğu sıradan üreticilerin kolaylıkla hazırlayıp kullanamayacağı içeriği karmaşık aktivasyon solüsyonlarıdır. Krise et al. (1995) Atlantik salmonu (*Salmo salar*) için geliştirmiş olduğu altı farklı aktivasyon solüsyonundan (Fosfat tamponu, Tris tamponu Boraks tamponu ve 3 farklı pH değerine sahip  $125$  mM NaCl tamponu) Fosfat tamponu hariç diğer beşinin somon balığının spermelerini aktive ettiğini ve %78 ile 86 arasında değişen dölleme oranları elde edildiğini ancak aralarında istatistiksel olarak fark olmadığını bildirmiştir. Billard (1978) %7 tuzluluğa sahip aktivasyon solüsyonunun alabalıkta ve turnada hem sperm hareket süresini uzattığı



hem de dölleme kabiliyetini arttırdığını bildirmiştir. Bu çalışmada da benzerce kullanılan üç farklı konsantrasyonlardan (%03, %06 %12) en iyi hareket süresi ve dölleme kabiliyetinin %6 tuzluluğa sahip aktivasyon çözümü ile elde edilmiştir.

Distile saf suyun sperm aktivasyonu için çok yetersiz kaldığı Woolsey et al (2006) tarafından bildirilmiştir. Çalışma sonuçları da yukarıdaki araştırmacının sonuçlarını desteklemektedir. Çalışmada saf su ile aktive edilen spermelerin hareket süresi  $18,4 \pm 0,51$  saniye gibi çok kısa bulunurken aktivasyon solüsyonlarına göre daha düşük dölleme oranı ( $p < 0,05$ ) elde edilmiştir.

Kaliteli sperm üretimi, dölleme sırasında sperm hareketliliğinin uzatılması ve dölleme oranının iyileştirilmesi başarılı bir kuluçkahane yönetimi için oldukça önemlidir. Bu çalışma ile üreticiler için bilimsel temellere dayalı basit, hazırlaması ve temini kolay aktivasyon çözümü geliştirmek amaçlanmıştır. Çalışma bu amacını elde edilen sonuçlarla gerçekleştirmiştir. Üreticiler için spermelerde en uzun hareket süresi ve en iyi dölleme oranını sunan %6 NaCl çözümü rutin kullanımlar için önerilmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Akhan, S., Sonay, F.D. & Yandi, I. (2016).** Ağ-kafeslerde kışlatılan gökkuşuğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) uzun süreli açlığın bazı verim özellikleri ile vücut kompozisyonu üzerine etkisi. *Yunus Araştırma Bülteni*, **16**, 265-269.
- Alavi, S.M.H. & Cosson, J. (2005).** Sperm motility in fishes. I. Effects of temperature and pH: a review. *Cell Biology International*, **29**, 101-110.
- Billard, R. (1978).** Changes in structure and fertilizing ability of marine and freshwater fish spermatozoa diluted in media of various salinities. *Aquaculture*, **14**(3), 187-198.
- Billard, R., Cosson, J., Percec, G. & Linhart, O. (1995).** Biology of sperm and artificial reproduction in carp. *Aquaculture*, **129**(1-4), 95-112.
- Canyurt, M.A., Akhan, S. & Takma, Ç. (2003).** Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) spermelerinin kısa süre saklanması üzerine bir araştırma. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **20**, 537-542.
- Cosson, M.P., Billard, R., Gatti, J. L. & Christen, R. (1985).** Rapid and quantitative assessment of trout spermatozoa motility using stroboscopy. *Aquaculture*, **46**, 71-75.
- Goodall, J.A., Blackshaw, A.W. & Capra, M.F. (1989).** Factors affecting the activation and duration of motility of the spermatozoa of the summer whiting (*Sillago ciliata*). *Aquaculture*, **77**(2-3), 243-250.
- Khara, H., Noveiri, S.B., Dadras, H., Rahbar, M., Ahmadnejad, M. & Khodadoost, A. (2014).** Effect of different activation solutions on motility and fertilizing ability of spermatozoa in common carp *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. *Indian Journal of Fisheries*, **61**, 63-68.
- Krise, W.F., Hendrix, M.A., Bonney, W.A. & Baker-Gordon, S.E. (1995).** Evaluation of sperm-activating solutions in atlantic salmon *Salmo salar* fertilization tests. *Journal of the World Aquaculture Society*, **26**, 384-389.
- Lahnsteiner, F., Weismann, T. & Patzner, R. A. (1998).** Determination of the semen quality of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, by sperm motility, seminal plasma parameters, and spermatozoal metabolism. *Aquaculture*, **163**, 163-181.
- Momin, M. & Memiş, D. (2018).** Sperm quality analysis of normal season (NG) and out-season by photoperiod manipulation (PG) of male rainbow trout broodstock (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry*, **44**, 1551-1560.
- Morisawa, M. & Suzuki, K. (1980).** Osmolality and potassium ion: their roles in initiation of sperm motility in teleosts. *Science*, **110**, 1145-1147.
- Stoss, J. (1983).** Fish Gamete preservation and spermatozoan physiology. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. & Donaldson, E.M. (Ed. ) *Fish Physiology, Volume 9, Part B*, 305-350p, Academic Press, New York-USA.
- Woolsey, J., Holcomb, M., Cloud, J.G. & Ingermann, R.L. (2006).** Sperm motility in the steelhead *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): influence of the composition of the incubation and activation media. *Aquaculture Research*, **37**, 215-223.



## *Cyprinus carpio*'da Bakırın Solungaç Dokusunda Birikimi ve Na/K İyon Düzeylerine Etkisi<sup>[\*]</sup>

Hikmet Yeter ÇOĞUN<sup>1\*</sup> Ferit KARGIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Veteriner Fakültesi Ceyhan, Adana, [hcogun@cu.edu.tr](mailto:hcogun@cu.edu.tr)  
<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Adana, [fkargin@cu.edu.tr](mailto:fkargin@cu.edu.tr)

Geliş/Received: 08.06.2020

Kabul/Accepted: 07.07.2020

Atıf yapmak için: Çoğun, H.Y. & Kargin, F. (2020). *Cyprinus carpio*'da Bakırın Solungaç Dokusunda Birikimi ve Na/K İyon Düzeylerine Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 313-317.

How to cite: Çoğun, H.Y. & Kargin, F. (2020). Copper Accumulation and Na/K Ion Levels in Gill Tissue of *Cyprinus carpio*. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 313-317.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0001-6559-4397>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4315-5689>

\*Sorumlu yazarın:  
Hikmet Yeter ÇOĞUN  
Çukurova Üniversitesi  
Ceyhan Veteriner Fakültesi Ceyhan, Adan.  
✉: [hcogun@cu.edu.tr](mailto:hcogun@cu.edu.tr)  
İş Telefonu : +90 (322) 613 35 07

**Öz:** Bu çalışmada farklı bakır ortam derişimlerinin etkisine farklı sürelerle bırakılan *Cyprinus carpio*'nun solungaç dokusunda bakır birikimi ve bakırın Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> iyon düzeylerine etkileri incelenmiştir. Balıklar 0.1, 0.5 ve 1.0 mg/L Cu derişimlerine 10, 20 ve 30 günlük sürelerle bırakılarak solungaç dokularındaki bakır birikimi ile sodyum ve potasyum iyon düzeyleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrik yöntemle saptanmıştır. Bakırın 1.0 mg/L derişiminin etkisinde 30. gün sonunda balıkların tümü ölmüştür. *C. carpio*'nun solungaç dokusunda bakır birikimi derişim artışına ve sürenin uzamasına bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. *C. carpio*'da denenen tüm koşullarda bakır, solungaç Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> düzeyini azaltmıştır

**Anahtar kelimeler:** Bakır, birikim, *Cyprinus carpio*, iyon dağılımı.

## Copper Accumulation and Na/K Ion Levels in Gill Tissue of *Cyprinus carpio*

\*Corresponding author's:  
Hikmet Yeter ÇOĞUN  
Cukurova University  
Ceyhan Veterinary Faculty Ceyhan,  
Adana ✉: [hcogun@cu.edu.tr](mailto:hcogun@cu.edu.tr)  
Telephone : +90 (322) 613 35 07

**Abstract:** In this study, accumulation of copper in gill tissue of *Cyprinus carpio* and effect of Cu on Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> levels were tested at varying concentrations of copper in the medium and over different periods of time. Fish were exposed to 0.1, 0.5, 1.0 and 5.0 mg-L<sup>-1</sup> Cu over periods of 10, 20 and 30 days and Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> levels and accumulation of copper in gill were determined using atomic absorption spectrophotometry. At the end of the 30th day, all of the fish died under the effect of 1.0 mg / L concentration of copper. Copper accumulation in the gill tissue of *C. carpio* increased with increasing concentrations of copper in the medium and with increasing periods of exposure. In all conditions tested in *C. carpio*, copper caused a decrease in gill tissue Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> levels.

**Keywords:** Accumulation, Copper, *Cyprinus carpio*, Ion distribution.

## GİRİŞ

Ağır metaller sucul ortamda çok düşük düzeyde bile çevreye zarar verdikleri gibi aynı zamanda sucul organizmalar tarafından doku ve organlarında birikebilmekte ve bu canlılara zarar verebilmektedirler. Endüstri ve kentsel gelişimin çok yoğun olduğu bölgelerde oluşan atıklar sucul ortamlar için önemli kirlilik kaynaklarıdır.

Ağır metallerin organizmalara toksik etkileri, ya enzimin aktif bölgesinde yararlı bir metalle yer değiştirerek veya molekül üzerinde aktif olmayan bölgeye bağlanarak yaptıkları saptanmıştır (Viarengo, 1985). Metaller organizmalarda, proteinlerin imidazol, amino, sülfidril ve karboksil guruplarına bağlandıkları belirtilmiştir (Murphy & Spiegel., 1983; Viarengo, 1985).

[\*], Bu araştırma Doktora çalışmasından üretilmiştir.

This study was produced from the doctora thesis.

Bakır hemen tüm sularda eser düzeyde bulunmaktadır. Kentsel ve endüstriyel gelişimin bir sonucu olarak yaygın bir şekilde kullanılan bakır su ortamının kirlenmesine ve dolayısıyla organizmalarda birçok hasarlara neden olmaktadır (Munoz vd., 1991). Bakırın subletal derişimleri balıklarda büyüme, gelişme ve üreme üzerine olumsuz etkiler yaptığı bir çok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Buckley vd., 1982; Hilmy vd., 1985).

Balıkların dokularında ağır metallerin birikimi, metalin alımın şekline, derişimine ve etki süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. Metallerin toksik etkileri ve birikimleri dokuların işlevsel ve fizyolojik durumlarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Campana vd., 2003). Metallerin tatlı su balıkları tarafından hızlı bir şekilde vücuda alınmasında, solungaçların üzerindeki biyolojik olarak aktif bölgelerin bulunmasından kaynaklandığı ileri sürülmektedir (McDonald vd., 2002). Balıklarda solungaçlar, solunumu sağlayan, iyon alımının ve homeostasisini sağlayan önemli bir dokudur (McDonald vd., 1989; Pelgrom vd., 1995).

Canlı organizmalarda iyonlar, protein ve lipid gibi birçok birleşiklerin yapılarında bulunurlar, enzimatik reaksiyonlarda kofaktör olarak görev alırlar ve asit-baz dengesini sağlarlar. Ağır metaller hücre zarının geçirgenliğini değiştirmesi, birçok enzimatik reaksiyonda değişikliklere neden olması ve yaşamsal öneme sahip inorganik katyonların düzeylerini değiştirmesiyle iyon dengesini bozmaktadır (Viarengo, 1985; Suresh vd., 1995; Çoğun & Kargın 2019). Organizmalarda ağır metaller ile  $Na^+$  ve  $K^+$  gibi iyonların derişimleri arasında sıkı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Astorga-Espana vd., 1999).

Bu çalışmada; 10, 20 ve 30 günlük sürelerle farklı bakır derişimlerinin etkisine bırakılan *C. carpio*'nun solungaç dokusunda birikimi ve bakırın sodyum ve potasyum iyon düzeyleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada kullanılan *C. carpio* D.S.İ. işletmesinden alınmış ve iki ay süre ile 40X120X40 cm boyutlarındaki altı stok akvaryum içerisinde laboratuvar koşullarına adaptasyonları sağlanmıştır. *C. carpio* 15.03±0.23 cm boy ve 38.77 ± 2.53 g. ağırlığa ulaşmışlardır. Deneyler 25 ± 1 °C sıcaklıkta yürütülmüş, akvaryumlar merkezi havalandırma sistemi ile havalandırılmış ve günde sekiz saat aydınlanma (8 saat gündüz / 16 saat gece) periyodu uygulanmıştır. Balıklar, günde iki kez olmak üzere balık ağırlığının % 1'i kadar hazır balık yemi (Pınar Balık Yemi, Türkiye) ile beslenmişlerdir.

Balıklar 10, 20 ve 30 gün sürelerde bakırın 0.1, 0.5 ve 1.0 mg/L ortam derişimlerine bırakılmıştır. Deneyde

her biri 40X120X40 cm. boyutlarında olan ve her birinin içerisinde 18 balık bulunan 4 cam akvaryum kullanılmıştır. Akvaryumlardan üçüne 120'şer litre 0.1, 0.5 ve 1.0 mg/L dördüncü akvaryum kontrol olarak kullanılmıştır. Deneyler üç tekrarlı olarak yürütülmüştür ve her tekrarda iki balık kullanılmıştır.

Deney ortamında metallerin derişiminin zamana bağlı değişimler olabileceği için deney boyunca akvaryum suları ve bakır derişimleri iki günde bir değiştirilmiştir. Kullanılan bakır  $CuCl_2 \cdot 2 H_2O$  (Merck) olup deney boyunca çözeltinin akvaryumda homojen dağılması ve çökelmeyi önlemek için tri-sodyum sitratla ( $C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$  Merck ) birlikte çözeltiler deiyonize su ile taze hazırlanmıştır. Bu hazırlanan çözeltiler uygun derişimler uygun seyreltmelerle akvaryumlara uygulanmıştır.

Her deney süresi bitiminde balıklar MS-222 (Etil ester 3-amino benzoik asit) ile  $0.1gL^{-1}$  çözeltisi hazırlanarak balıklara genel anestezi uygulanarak bayıltılmıştır (Hawkins., 1981). Daha sonra çeşme suyu ile iyice yıkanmış ve kurutma kâğıdı ile yüzeylerinde bulunan su damlacıkları alınmıştır. Her deney süresi bitiminde balıklar MS-222 (Etil ester 3-amino benzoik asit) ile  $0.1gL^{-1}$  çözeltisi hazırlanarak balıklara genel anestezi uygulanarak bayıltılmıştır (Hawkins., 1981). Daha sonra çeşme suyu ile iyice yıkanmış ve kurutma kâğıdı ile yüzeylerinde bulunan su damlacıkları alınmıştır. Bayılan balıkların solungaç dokularının diseksiyonu yapılmıştır. Daha sonra bu dokular etüvde 150°C 'de 48 saat süreyle kurumaya bırakılmışlardır. Kuru ağırlıkları belirlenen dokular deney tüplerine aktararak üzerlerine 2 mL. nitrik asit (Merck, % 65, Ö. A. : 1.40) ve 1 mL. perklorik asit (Merck, % 60, Ö. A. :1.53) eklenmiş (Muramoto, 1983) ve çeker ocakta 120°C' de 3 saat süreyle yakılmıştır. Yakımı tamamlanan örnekler polietilen tüplere aktarılmış ve üzerleri deiyonize su ile 5 mL.' ye tamamlanarak bakır analizine hazır hale getirilmiştir.

Solungaç dokularındaki bakır analizleri Perkin Elmer AS 3100 Atomik Absorbasyon Spektrofotometresi ile saptanmıştır.  $Na^+$  ve  $K^+$  derişimleri ise Philips PU 9100X marka Atomik Absorbasyon Spektrofotometresi ile (sodyum 589.0 nm ve potasyum 766.5 nm dalga boyulu emisyonla) elde edilen derişimlerden belirlenmiştir.

Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 10.0 bilgisayar programı kullanılarak "Regresyon analizi" ve "Student-Newman Keul's Test (SNK)" testleri uygulanarak yapılmıştır.

## BULGULAR

*C. carpio*'da bakırın denenen tüm derişimlerinde ve belirlenen süreler sonunda canlı kalan ve ölen balık sayıları Çizelge 1'de verilmiştir. 1.0  $mgL^{-1}$  ortam

derişiminde 30. gün sonunda tüm balıkların öldüğü gözlenmiştir.

**Tablo 1.** Ortam bakır derişimi ve etkide kalma süresinin *C. carpio*'da mortalite üzerine etkisi.

**Table 1.** Effect of ambient copper concentration and time of effect on mortality in *C. Carpio*.

Derişim (mgL <sup>-1</sup> )	SÜRE (gün)					
	10		20		30	
	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü	Canlı	Ölü
0,1	6	0	6	0	6	0
0,5	6	0	6	0	6	0
1,0	6	0	6	0	0	6

10 günlük süre sonunda *C. carpio*'da, ortamda bulunan bakır derişimi arttıkça solungaç dokularındaki bakır düzeyinde de önemli oranlarda artma gözlenmiştir (Çizelge 2; SNK, P<0.01). En yüksek birikimin 20 günlük süre sonunda 2.5 katlık bir artışa neden olduğu gözlenmiştir. Bu artış derişimler arasında istatistik önem taşımaktadır (Çizelge 2, SNK, P<0.01).

**Tablo 2.** *C. carpio*'da farklı ortam derişimlerinde solungaç dokusu bakır birikimi (µg Cu/g k.a.).

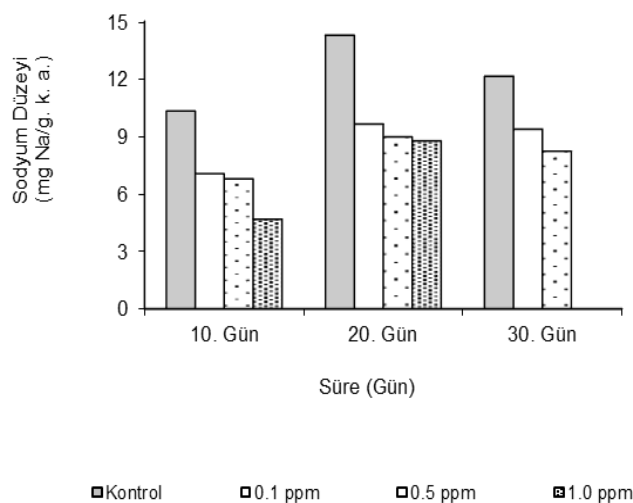
**Table 2.** Copper accumulation of gill tissue at different ambient concentrations in *C. carpio* (µg Cu / g k.a.).

Süre (gün)	Ortam Derişimi (µg Cu / g k.a.)			
	0,0	0,1	0,5	1,0
10 gün	D.A. ax	17.21 ± 0.10 bx	31.20 ± 0.92 cx	42.10 ± 0.70 dx
20. gün	D.A. ax	23.55 ± 0.71 by	35.41 ± 1.59 cy	54.18 ± 1.13 dy
30. gün	D.A. ax	33.55 ± 1.35 bz	38.55 ± 0.11 cz	

\* : a, b,c ve d harfleri derişimleri belirlemek; x, y ve z harfleri günler arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistik ayırım vardır (P<0.01).

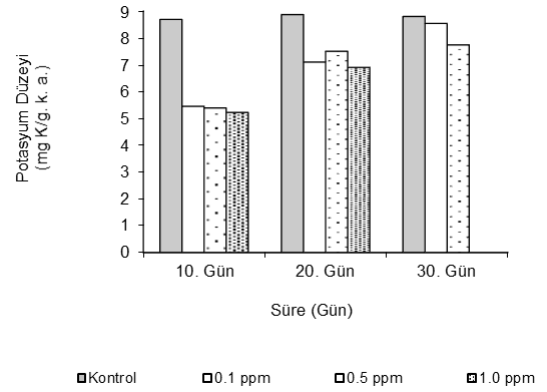
$\bar{X} \pm S\bar{X}$  : Aritmetik ortalama ± Standart hata, D.A. : Duyarlılık düzeyinin altında.

Solungaç sodyum düzeyinin tüm ortam derişimlerinde ve etkide kalınan tüm sürelerde kontrole göre azaldığı saptanmıştır (Şekil 1). Solungaç dokusu potasyum düzeyi 30. günde 0.1 mgL<sup>-1</sup> Cu ortam derişimi hariç tüm ortam derişimi ve sürelerde kontrole göre bir azalma göstermiştir (Şekil 2).



**Şekil 1.** *C. carpio*'da solungaç dokusu sodyum düzeyi üzerine bakır ortam derişimleri ve sürenin etkisi.

**Figure 1.** Copper concentrations and time effect on gill tissue sodium level in *C. carpio*.



**Şekil 2.** *C. carpio*'da solungaç dokusu potasyum düzeyi üzerine bakır ortam derişimleri ve sürenin etkisi.

**Figure 2.** Copper concentrations and time effect on gill tissue potassium level in *C. carpio*.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Metallerin mortalite üzerine etkileri, genellikle metallerin alımın mekanizmasının uyarılması ve eliminasyon mekanizmalarının engellenmesi nedeniyle metalin hızlı bir şekilde alınarak fazla miktarda biriktirilmesi sonucu mortalitenin oluştuğu belirlenmiştir (Cearley & Coleman, 1974). Bu çalışmada *C. carpio*'da bakırın 1.0 mg/L ortam derişiminin etkisinde kalan balıkların 30. gün sonunda tümünün öldüğü gözlenmiştir. Balıklarda mortalitenin, iyon regülasyonunun bozulması, solungaçlarda oksijen alımının engellenerek hipoksiyanın oluşması (Lacrox vd., 1985; Heath, 1987) ve enzim aktivitelerinin engellenmesi (Viarengo, 1989) sonucu oluşabileceği belirlenmiştir.

Balıklarda solungaçlar iyon ve gaz değişiminde önemli rol oynayan ve aynı zamanda metal bağlayıcı proteinler sentezleyerek ağır metallerin vücuda geçişini önleyen bir dokudur (Lauren & McDonald, 1987). Bununla birlikte ağır metallerin etkisine bırakılan balıklarda solungaçlar fazla miktarda mukus salgılayarak onları bağlamakta ve metallerin vücuda girişini engellemektedir. Ancak mukus tabakasının tutamadığı metaller dokuya geçerek birikebilmektedir. *O. mykiss* ile yapılan bir çalışmada diğer dokularla kıyaslandığında solungaçların kurşunun toksik etkilerinden en fazla zarar gören bir doku olduğu ve birikiminde yüksek düzeyde gerçekleştiği saptanmıştır (Roger vd., 2003). Araştırmamızda denenen tüm ortam koşullarında solungaçlar bakır birikiminin yüksek düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir. *T. mossambicus*'da bakır ve çinkonun en yüksek birikiminin karaciğer ve solungaçlarda olduğu saptanmıştır (Lam vd., 1998).

Balıklar iyon alımını iki organdan gerçekleştirirler. Bunlardan biri iyonların taşınmasında görev yapan hücreleri veya klorid hücrelerini bol miktarda içeren solungaçlar, diğeri ise bağırsaklardır (Flik & Verboost, 1993).

Balıklarda fizyolojik olayların tam olarak yapılabilmesi ve canlılığın sürdürülebilmesi için hücre içi ve hücre dışı arasında iyon derişimindeki dengenin sürekli olarak korunması gerekmektedir. Bunu sağlamak için çeşitli sistemler geliştirilmiştir. Örneğin  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ATPaz sistemi hücre içinde potasyumun, hücre dışında da sodyumun yüksek derişimlerde tutulmasını (Satyavath & Rao, 2000),  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ATPaz ile  $\text{Ca}^{++}$ - $\text{Mg}^{++}$  ATPaz sistemi solungaçlarda ilgili iyonların aktif taşınmalarını (Roger vd., 2003), karbonik anhidraz enzimi  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Ca}^{++}$  iyonlarının taşınmalarını (McGeer vd., 2000) sağlayarak iyon dengesinin korunmasında büyük önem taşırlar. Ağır metaller bu enzimlerin sülfidril gruplarına bağlanarak bu sistemlerin inhibisyonuna neden olabilmektedirler. Bu inhibisyon sonucunda gerek solungaçlarda gerekse hücre membranlarından iyon geçişleri aksamakta ve iyon dengesi büyük ölçüde bozulmaktadır. Örneğin bakır *O. mykiss*'de solungaç  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ATP az aktivitesini (Wang vd., 1998), bakır ve kadmiyum *O. mykiss*'de solungaç karbonik anhidraz aktivitesini (McGeer vd., 2000), krom *Periophthalmus dispes*'de solungaç  $\text{Ca}^{++}$ - $\text{Mg}^{++}$ -ATPaz ile  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -ATPaz aktivitelerini (Thaker vd.,1996) inhibe etmiştir.

Balıklar ağır metal etkisine bırakıldıkları zaman balıklarda iyon regülasyonu, osmoregülasyon, enerji metabolizması ve solunum bozuklukları oluşmaktadır (Bjerregaard & Vislie, 1986; Depledge vd., 1995). Pelgrom vd., (1995) *O. mossambicus* ile yaptıkları bir araştırmada bakırın etkisinde ilk olarak solungaç dokusu ve serum etkilendiği, ikincil olarak da bunları iyon regülasyon bozulmasının izlediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, yüksek bakır derişimlerinde solungaçlarda görülen yapısal bozuklukların, iyon taşınmasındaki azalma ve iyon permeabilitesindeki artışın sonucu olduğunu saptamışlardır. Bu araştırmada denenen bakır ortam derişimleri *C. carpio*'nun solungaç  $\text{Na}^+$  düzeyini derişime ve etkide kalma süresine bağlı olarak azaltmıştır. Solungaç dokusu  $\text{K}^+$  düzeyi bakır ortam derişimlerinin etkisiyle azaldığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, *C. carpio*'nun solungaç dokusu bakır birikim ve toksisitesine karşı hassas bir tür olduğu ve iyon regülasyonu ile osmoregülasyonun bakırın etkisiyle bozulduğu belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi (BAP) tarafından desteklenmiştir (Proje No: FEF2003D13).

## KAYNAKLAR

- Astorga-Espana, M.S., Pena-Mendez, E.M. & Montelongo F.J. (1999).** Application of principal component analysis to the study of major cations and trace metals in fish from Tenerife (*Canary Islands*). *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, **49**, 173-178.
- Bjerregaard, P. & Vislie, T. (1985).** Effect of mercury on ion and osmoregulation in the shore Crab *Carcinus maenas* (L.). *Comparative Biochemistry & Physiology*, **82C**(1), 227-230.
- Buckley, J.T., Roch, M., Mccarter, J.A., Rendell, C.A. & Matherson, A.T. (1982).** Chronic exposure of Coho Salmon to sublethal concentrations of copper-I. effects of growth, on accumulation and distribution of copper and on copper tolerance. *Comparative Biochemistry & Physiology*, **72C**(1), 15-19.
- Campana, O., Sarasquete, C. & Blasco, J. (2003).** Effect of lead on ALA-D activity, metallothionein levels, and lipid peroxidation in blood, kidney, and liver of the Toadfish *Halobatrachus didactylus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **55**, 116-125.
- Cearley, J.E. & Coleman, R.L. (1974).** Cadmium toxicity and bioconcentration in largemouth bass and bluegill. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **11**, 146-151.
- Croke, S.J. & Mcdonald, D.G. (2002).** The further development of ionoregulatory measures as biomarkers of sensitivity and effect in fish species. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **21**(8), 1683-1691.
- Çoğun, H. & Kargın, F. (2019).** *Oreochromis niloticus*'un solungaç dokusu iyon düzeyleri üzerine kurşunun etkisi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**(1), 22-26. DOI: 10.35229/jaes.527071
- Depledge, M.H., Aagaard, A. & Gyorkos, P. (1995).** Assessment of Trace Metal Toxicity Using Molecular, Physiological and Behavioural Biomarkers. *Marine Pollution Bulletin*, **31**, 19-27.
- Erdem, C. & Kargın, F. (1992).** A comparative study on the accumulation of copper in liver, spleen, stomach, intestine, gill and muscle tissues of *Cyprinus carpio* and *Tilapia nilotica*. *Biyokimya Dergisi*, **XVII**(1), 13-27.
- Flik, G. & Verbost, P.M. (1993).** Calcium transport in fish gills and intestine. *Journal of Experimental Biology*, **184**, 17-29.
- Hawkins, A.D. (1981).** *Aquarium systems*, Academic Pres. London. 452pp.

- Heath, A.G. (1987).** *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC Press. Florida USA, 24pp.
- Hilmy, A.M., Shabana, M.B. & Daabees, A.Y. (1985).** Bioaccumulation of cadmium: toxicity in *Mugil cephalus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **81C**(1), 139-143.
- Lacrox, G.L., Gordon, D.J. & Johnstan, D.J. (1985).** Effects of low environmental pH on the survival, growth, and ionic composition of postemergent Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **42**, 768-775.
- Lam, K.L., Ko, P.W. & Judy, K.Y. (1998).** Metal toxicity and metallothionein gene expression studies in Carp and Tilapia. *Marine Environ. Res.*, **46**, 563-566.
- Lauren, D.J. & Mc Donald, D.G. (1987).** Acclimation to copper by Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*: *Physiology*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **44**, 99-104.
- McDonald, A., Silk, L., Schwartz, M. & Playle, R.C. (2002).** A lead-gill binding model to predict acute lead toxicity to Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry & Physiology, C*, **133**, 227-242.
- McDonald, D.G., Tang, Y. & Boutilier, R.G. (1989).** Acid and ion transfer across the gills of fish: mechanisms and regulation. *Canadian Journal of Zoology*, **67**, 3046-3054.
- McGeer, J.C., Szebedinszky C., McDonald D.G. & Wood C.M. (2000).** Effect of chronic sublethal exposure to waterborne Cu, Cd or Zn in Rainbow trout 2: tissue specific metal accumulation. *Aquatic Toxicology*, **50**, 245-256.
- Munoz, M.J., Carballo, M. & Tarazona, J.V. (1991).** The Effect of sublethal levels of copper and cyanide on some biochemical parameters of Rainbow Trout along subacute exposure. *Comparative Biochemistry & Physiology*, **100C**(3), 577-582.
- Muramoto, S. (1983).** Elimination of Copper from Cu-contaminated fish by long-term exposure to EDTA and fresh-water. *J. Environ. Sci. Health A*, **18**(3), 455-461.
- Murphy, C.B.Jr, and Spiegel, S.J. (1983).** Bioaccumulation and toxicity of heavy metals and related trace elements, *Water Pollution*, **55**(6), 816-821.
- Pelgrom, S.M.G.J., Lock, R.A.C., Balm, P.H.M. & Wendelaar Bonga, S.E. (1995).** Effects of Combined Waterborne Cd and Cu Exposures on Ionic Composition and Plasma Cortisol in Tilapia, *Oreochromis mossambicus*. *Comparative Biochemistry & Physiology, C: Toxicol. And Endocrin*, **111**(2), 227-235.
- Roger, J.T., Richards, J.G. & Wood, C.M. (2003).** Ionoregulatory disruption as the toxic mechanism for lead in the Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology*, **64**(2), 215-234.
- Satyavathi, C. & Rao, Y.P. (2000).** Inhibition of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase in *Penaeus indicus* postlarvae by lead. *Comparative Biochemistry & Physiology, C*, **127**, 11-22.
- Suresh, A., Sivaramakrishna, B. & Radhakrishnaiah, K. (1995).** Cadmium induced changes in ion levels and ATPase activities in the muscle of the fry and fingerlings of the freshwater fish, *Cyprinus carpio*. *Chemosphere*, **30**(2), 365-375.
- Thaker, J., Chhaya, J., Nuzhat, S., Mittal, R., Mansuri, A.P. & Kundu, R. (1996).** Effects of chromium (VI) on some ion-dependent ATPases in gills, kidney and intestine of a Coastal Teleost *Periophthalmus dipsas*. *Toxicology*. **112**, 237-244.
- Viarengo, A. (1985).** Biochemical effects of trace metals. *Marine Pollution Bulletin*, **16**(4), 153-158.
- Viarengo, A. (1989).** Heavy metals in marine invertebrates. mechanism of regulation and toxicity at the cellular level. *Aquatic Sciences*, **1**(2), 295-317.
- Wang, T., Knudsen, P.K., Brauner, C.J, Busk, M., Vijayan, M.M. & Jensen, F.B. (1998).** Copper exposure impairs intra-and extracellular acid-base regulation during hypercapnia in the fresh water Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *The Journal of Comparative Physiology, B*, **168**, 591-599.



## *Sphingomonas melonis* ve *Bacillus muralis*'in İndaziflam Herbisiti Üzerinde Biyoparçalanma Performansının Değerlendirilmesi

Gökhan Önder ERGÜVEN<sup>1\*</sup> Gürdal KANAT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Munzur Üniversitesi, Kimya Ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü/Laboratuvar Teknolojisi Pr. Tunceli/Türkiye  
<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Davutpaşa/Türkiye

Geliş/Received: 09.06.2020

Kabul/Accepted: 07.07.2020

Atf yapmak için: Ergüven, G.Ö. & Kanat, G. (2020). *Sphingomonas melonis* ve *Bacillus muralis*'in indaziflam herbisiti üzerinde biyoparçalanma performansının değerlendirilmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 318-324.

How to cite: Ergüven, G.Ö. & Kanat, G. (2020). Biodegradation performance of *Sphingomonas melonis* and *Bacillus muralis* on herbicide indaziflam. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 318-324.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0003-1573-080X>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-2600-2912>

**\*Sorumlu yazarın:**

Gökhan Önder ERGÜVEN  
Munzur Üniversitesi, Kimya Ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü/Laboratuvar Teknolojisi Pr. Tunceli/Türkiye.  
✉: [gokhanondererguven@gmail.com](mailto:gokhanondererguven@gmail.com)  
Cep telefonu : +90 (546) 408 80 44

**Öz:** Bu çalışmada, toprak bakterileri olan *Sphingomonas melonis* ve *Bacillus muralis*'in farklı indaziflam herbisiti konsantrasyonlarında (100, 150 ve 200 ppm) biyodegradasyon performansı 25°C'ta kültür koşullarında önemli çevresel parametreler ile birlikte incelenmiştir. *S. melonis* bakterisi Türkiye'nin Adana ilindeki pamuk tarımı yapılan tarımsal alandan izole edilirken, *B. muralis* Kırklareli bölgesinde ayçiçeği tarlasından izole edilmiştir. Çalışma sonucunda; *S. melonis* için en etkili biyoparçalanma oranı 6 günde BOİ<sub>5</sub> ve KOİ için sırasıyla %83 ve 73 iken TOK giderim oranları ise %70'tir. *B. muralis* için en etkili biyoparçalanma oranı KOİ ve BOİ<sub>5</sub> parametrelerinde 5 günde 100 ppm'de %91 ve 84 iken TOK giderim oranı aynı zaman zarfında %77'dir. *S. melonis* ve *B. muralis*'de 5. ve 6. günlerin sonunda popülasyon dinamiği sonuçlarına göre bulanıklığın artması bu parametreler ile biyoremediasyon sonuçlarını doğrulamaktadır. Bu sonuçlar göstermiştir ki *S. melonis* ve *B. muralis* indaziflam remediasyonunda etkili KOİ, TOK ve BOİ<sub>5</sub> gideriminde kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Biyoparçalanma, indaziflam, *Sphingomonas melonis*, *Bacillus muralis*, çalkalamalı kültür koşulları, türbidite.

## Biodegradation Performance of *Sphingomonas melonis* and *Bacillus muralis* on Herbicide Indaziflam

**Abstract:** In this study, the biodegradation performance of a soil bacteria *Sphingomonas melonis* and *Bacillus muralis* on the different (100, 150 and 200 ppm) concentrations of herbicide indaziflam (C<sub>16</sub>H<sub>20</sub>FN<sub>5</sub>) under agitated (160 rpm) culture conditions at 25°C investigated with reduction of important environment parameters. *S. melonis* was isolated from agricultural field in Adana province of Turkey in cotton agricultural field while *B. muralis* was from Kırklareli city in sunflower field. As a results of the study; for *S. melonis*; the most efficient biodegradation rates were as 83 and 73% at 150 ppm for COD and BOD<sub>5</sub> respectively on 6 days while TOC removal rate was 70% in. For *B. muralis*, the most efficient biodegradation rates were as 91 and 84% at 100 ppm for COD and BOD<sub>5</sub> parameters respectively on 5 days while TOC removal rate was 77% in same time period. According to the results of the population dynamics of *S. melonis* and *B. muralis*; after the 5th and 6th day, this results corroborated with the increased turbidity These results indicate that *S. melonis* and *B. muralis* might be used in indaziflam remediation with a significant acetochlor, COD, TOC and BOD<sub>5</sub> reduction

**Keywords:** Biodegradation, indaziflam, *Sphingomonas melonis*, *Bacillus muralis*, agitated culture conditions, turbidity.

## GİRİŞ

Pestisitlerin yoğun kullanımı toprak ekolojik ortamını etkilemektedir. Aynı zamanda toprak mikrobiyal

popülasyonları ve biyolojik aktivitesi de bu durumdan doğrudan etkilenmektedir. Böylece pestisitlerin bozunma

özellikleri de tetiklenmektedir. Son yıllarda, kimyasal maddeler ve toprak mikrobiyalleri arasındaki ilişki çevre biliminin önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir (Diao vd., 2005). Bu nedenle, pestisitlerin toprak mikrobiyaline etkisinin araştırılması, pestisitlerin toprak ekolojik güvenliği üzerindeki etkisini değerlendirmek için önemli bir göstergedir (Trasar-cepada vd., 2000).

Pestisitler, ekosistemleri ve insan sağlığını tehdit eder (Campo vd., 2013). Su kalitesinin bozulmasını önlemek için pestisitlerin atık sudan arıtılması gerektiği gibi yapılmalıdır (Castillo vd., 2008). Pestisitlerin aşırı kullanımının normal biyojeokimyasal döngüleri, toprak, hava ve suyu kirlettiği bilinmektedir (Latifi vd., 2012). Pestisit kaderi ve topraktaki davranışları kimyasal, biyolojik ve fotokimyasal bozunma, taşıma ve birikme, buharlaşma ve sızma gibi çeşitli ve sıklıkla eşzamanlı olgular içerirler (Senesi, 1992).

Herbisitlerin parçalanması genellikle çok sayıda mikroorganizma ile gerçekleşir. Her bir mikroorganizma herbisitler üzerindeki biyoremediasyon reaksiyonlarına katkıda bulunur, ancak tek bir suş ile mineralizasyonun hiçbir örneği açıklanmamıştır. Yeterli biyoremediasyon için farklı mikroorganizmaların ortamda bulunması gerekir (Ergüven, 2019).

Son yıllardaki laboratuvar ölçekli çalışmalar bakteri konsorsiyumları üzerinedir. Tek tek kültürlerin biyoremediasyondaki rollerine ilişkin çalışmalar oldukça azdır. Hızlı büyüme özelliğinde olmaları, kolay kullanımları ve düşük maliyetleri, bakterileri biyoremediasyon için uygun hale getirir (Cycon vd., 2009).

Mikroorganizmalar, az sayıda yan ürünle birlikte, zor olmayan koşullar altında birçok tür kalıcı organik kirleticileri parçalayarak çevresel biyoteknolojide önemli roller oynarlar (Yong & Zhong, 2010).

Indaziflam (C<sub>16</sub>H<sub>20</sub>FN<sub>5</sub>), doğrudan toprağa uygulanan ve yabancı otları kontrol etmek için kullanılan nispeten yeni bir herbisittir (Sebastian vd., 2017). Birleşik Devletler Çevre Koruma Dairesi'ne göre indaziflam molekülü, indanil radikalının indaziflam-triazin indanona ve indaziflam-karboksilik aside oksidasyonu yoluyla bozunmaktadır. Bu metabolitler, ana bileşik ile birlikte, floretoilendiaminotriazin oluşturmak üzere daha da bozular. Kalıntılar sonunda zerre kadar olan kalıntıları da CO<sub>2</sub>'ye dönüştürülür.

Indaziflam, 2012 yılında çeşitli tarımsal ve tarım dışı sistemlerde yabancı ot kontrolü için tescil edilmiştir ama tarla ve laboratuvar koşullarında toprakta taşınması ve dağılması hakkında sınırlı bilgi mevcuttur. Indaziflam, N-(2,6-dimetilindan-1-il) -6- (1-floretoil)-1,3,5-triazin-2,4-diaminin iki in-floretoil diastereoizomerinin bir inastereoizomerik karışımıdır. Bir selüloz biyosentez inhibitörü olarak narenciye, üzüm, meyve ağaçları, çam ağaçları, yıllık çimenler ve spor alanlarının

çimlendirilmesinde ve geniş yapraklı yabancı otların kontrolü için kullanılan bir herbisittir (Tompkins, 2010).

Günümüzde, pestisitlerin bakterilerin parçalayıcı enzimleri tarafından biyolojik olarak iyileştirilmesi tercih edilen yöntem olmuştur. Bunun sebebi bakterilerin çevre dostu olmasıdır ve geniş substrat özgüllüğüne sahip olması yönüyle aynı zamanda uygun maliyetleridir (Shen vd., 2010). Şimdiye kadar, pestisitleri parçalama yeteneğine sahip birçok bakteri suşu izole edilmiştir. Bu suşların çoğunun metabolik olarak pestisitleri kullandıkları bildirilmiştir (Dhanya, 2014).

Bununla birlikte bu bileşikler tek karbon kaynağı olarak kullanabilen ve bozabilen sadece birkaç bakteri suşu literatürde belirtilmiştir. Bunlardan bazıları *Flavobacterium sp.* ATCC 27551, *Brevundimonas diminuta* MG, *Pseudomonas stutzeri*, *Arthrobacter spp.*, *Agrobacterium radiobacter*, *Pseudomonas spp.*, *Arthrobacter sp.*, *Xanthomonas sp.* (Gorla vd., 2009), *Bacillus sp.* (Sreenivasulu ve Aparna, 2001), *Pseudomonas sp.* (Siddaramappa vd., 1973) ve *Serratia* (Pakala vd., 2007)' dir.

Daha kalıcı organik kirleticilerin parçalanmasını kolaylaştırmak veya mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini en aza indirmek için, biyoremediasyon teknikleri genellikle organik atıklara ve/veya hedeflenen kirleticilere karşı katabolik yeteneklere sahip özel suşlar getirmektedir (Chowdhury vd., 2008). Genetiği değiştirilmiş suşların kullanımı, pestisitlerin ayrıştırılması için etkili bir strateji oluşturabilir (Nikel vd., 2014). Ancak, yasal kısıtlamalar bu çözümü kısa vadede olanaksız kılmaktadır. Bu durumun aksine pestisitlere maruz kalan doğal organizmalar, bu maddeleri parçalama yeteneğine sahip olabilirler (Castillo vd., 2016). Aslında, bu teknik pestisitlerle çevre kirliliğinin giderilmesi için tasarlanmıştır (Barreiros vd., 2012).

Bu çalışmada, yukarıda belirtildiği gibi tekil bakteri kültürlerinin biyoremediasyondaki rollerini belirlemek için Kırklareli ve Adana'da ayçiçeği ve pamuk ekimi yapılan tarım arazisinden izole edilen *S. melonis* ve *B. muralis* tarım alanlarında kullanımı tavsiye edilen çeşitli indaziflam konsantrasyonlarında gösterdikleri biyodegradasyon performansı; pestisit etken maddesi azalımına alternatif fikirler sunan Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>), toplam organik karbon (TOK) ve bulanıklık parametreleri ile incelenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

**Örneklerin toplanması, bakteri izolasyonu ve zenginleştirilmesi:** 10 gr tarım toprağı örnekleri steril cam kavanozlara toprağın üst 20 cm lik tabakasından alınmıştır. Bu toprak örnekleri *S. melonis* bakterisi için Adana ili Yüreğir ilçesi Alihocalı mahallesi pamuk tarımı yapılan bir



bölgeden alınırken, *B. muralis* bakterisi ise Kırklareli ili'ne bağlı Lüleburgaz İlçesi'nin Turgutbey Köyü'nden ayçiçeği tarımı yapılan bir tarım alanından alınmıştır. Bu topraklar ayrı ayrı %0,8'lik sodyum klorürlü izotonik suda  $10^{-4}$ 'e kadar seyreltilmiştir. Bu seyreltiden alınan 0,1 ml'lik örnekler sterilize edilerek hazırlanan plate count agar besiyerine aseptik şartlara sahip ekim kabini içinde ekimler yapılmıştır (Travers vd., 1987). Ekim sonrası petri kutuları  $25^{\circ}\text{C}$ 'lik inkübatöre alınmış ve bakterilerin gelişimi 5 günde tamamlanmıştır. Petri kutuları üzerinde gelişen bakteriler etiketlenip steril öze yardımıyla subarad dextrose brotha alınarak zenginleştirilmiştir (Saha & Chakrabarti, 2006). İzolasyon sonrası bu bakterilerin tür teşhisleri Johnson (1994)'de belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir.

Tür teşhis çalışmaları oligonükleotid ve primerler, moleküler DNA (deoksiribonükleik asit) problemleri, sentetik genler ve klonlama, DNA dizilimi, protein sentezi, protein ve gen ekspresyonu analizleri ve hücre kültürü analizleri basamaklarını takip edilerek yürütülmüştür. Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) işlemleri için, elektroforez cihazı, mycycler thermal cycler system, jel görüntüleme sistemi, genetik analiz sistemi (Beckman Coulter CEQ 8000) kullanılmıştır (Ozkaya ve Demir, 2011).

Moleküler karakterizasyon çalışmaları, Beutler vd. (1990)'da belirtildiği esaslara göre "Isolating Genomic DNA from Gram Positive and Gram Negative Bacteria" metodlarına göre yapılmıştır. Alınan numuneler moleküler tekniklerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Mikrobiyal tür tayini; nükleik asit ekstraksiyonu, PCR, Denatüre Gradyan Jel Elektroforezi (DGGE) ve nükleik asit dizisinin belirlenmesi kademelerinden oluşmuştur. Numunelerden ilk olarak nükleik asitler ekstrakte edilmiştir. Ekstre edilen DNA'lar,  $-20^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiş olup bu DNA karışımlarının 16S rRNA genleri, PCR yöntemi ile ısı döngüleme (Thermal Cycler) aleti ile çoğaltılmış ve bu işlem sonrası metanojenik tür çeşitliliği, DGGE (Denature Gradyan Jel Elektroforezi) ve DNA dizi analiziyle tespit edilmiştir. Sekanslama yapılan örneklerin sekansları Snap Gene programında tespit edilmiştir ve sekans dizisi seçilmiştir. Elde edilen bakteriler daha sonar malt ekstat broth sıvı besi yerine steril bir öze ile alınarak  $28^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün boyunca 160 rpm de çalkalanarak zenginleştirilmiştir.

**Biyoremediasyon çalışmaları:** İndaziflam aktif maddesi sigma-aldrich (Germany) nın Türkiye distribütöründen 950782-86-2 CAS numarasıyla tedarik edilirken, PCA (Plate count agar) ve MEB (malt extract broth) Sigma Aldrich'den (Türkiye) M6409-70146 lot no ile satın alınmıştır. Pestisiti parçalayacak olan çalkalamalı kültür ortamının oluşturulması için *S. melonis* ve *B. muralis* bakterilerinden ayrı ayrı alınan zenginleştirilmiş kültürler  $28^{\circ}\text{C}$  da şartlandırılmıştır. 5 günlük inkübasyon

sonucunda elde edilen zenginleşmiş kültürlerden alınan 1 ml lik bakteri örnekleri (Her ml sinde yaklaşık  $10^9$  koloni oluşturan birey barındırır) 100 mL erlenmayer şişelerinin içine alınmış ve bunların içine 100, 150 ve 200 ppm oranlarında indaziflam ilavesi yapılmıştır. Bu kültürler 160 rpm 'de 6 gün boyunca  $28^{\circ}\text{C}$ 'da çalkalanmıştır. Her gün 12' şer saat arayla 650 nm dalga boyunda bulanıklık ölçümü ile eş zamanlı olarak KOİ, BOİ<sub>5</sub> ve TOK ölçümleri alınarak biyoremediasyon işlemi takip edilmiştir. Deneyler 3' er tekrarlı olarak yürütülmüştür ve bu tekrarların ortalaması alınmıştır. KOİ deneylerinde Standart Metot 5220C'de belirtilen kapalı reflüks titrimetric metot ışığında HACH DRB 200 model termoreaktör ile Hach DR 890 Colorimeter cihazı ile uyumlu 0-1500 mg/l aralığında ölçüm yapabilen Cat. 23459-52 model KOİ kitleri kullanılırken BOİ<sub>5</sub> deneyinde ise Standart Metot 5210B yöntemi kullanılmıştır. TOK deneylerinde TEKMAR - DOHRMANN - Apollo 9000 cihazı ile Standart metot 5310A Yüksek sıcaklıkta yakma metodu kullanılmıştır. (APHA, 1998). Bunlara ilave olarak bu bakterilerin popülasyon dinamiğinin takibi için ortamdan alınan yaklaşık 5 ml'lik örneklerde 650 nm (Photolab 6600 UV-VIS Spectrophotometer) cihazında Harry ve ark. (1990)'da belirtilen yöntemine göre türbidite ölçümü yapılmıştır. Bütün deneyler oda sıcaklığında yürütülmüştür.

**İstatistiksel Analizler:** Bütün istatistiksel analizler "Statistical Package for the Social Sciences" (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ile yapılmıştır (ANOVA 2017). Sunulan veriler üçer tekrarlı olarak yapılan deneylerin ortalamalarının standart sapmalarıyla ifade edilmiştir. KOİ, BOİ<sub>5</sub> ve TOK azalmalarına göre en yüksek giderim verimini gösteren değerler şekil 1-4 arasında verilmiştir.

## BULGULAR

*S. melonis* ve *B. muralis*'nin indaziflam herbisiti üzerindeki biyoremediasyon performansının belirlenmesine yönelik olan çalışmalar 100, 150 ve 200 ppm konsantrasyonundaki indaziflam herbisit çözeltilerinde takip edilmiştir. Bu konsantrasyonlar bu herbisitin çiftçiler için tavsiye edilen kullanım konsantrasyonlarıdır. En yüksek giderim verimi KOİ parametresinde *B. muralis* türünde 100 ppm indaziflamda 5.günün sonunda % 91 olarak görülmüştür. Aynı parametrede *S. melonis* 150 ppm konsantrasyonda aynı süre zarfında %81' lik bir giderim verimi yakalamıştır. BOİ<sub>5</sub> parametresi incelendiğinde ise *S. melonis* bakterisi 6. Günün sonunda 150 ppm de %73 lük bir giderim yakalarken, *B. muralis* aynı konsantrasyonda 5. Günün sonunda %84'lük bir giderim sağlamıştır. TOK parametresindeki azalım ise *S. melonis* ve *B. muralis* türlerinde 150 ppm de 5. ve 6. Günün sonunda sırasıyla %

77 ve 71' dir. 5 günlük deney sonuçlarına göre *S. melonis* bakterisinde en düşük giderim verimi 200 ppm'de KOİ için % 56, BOİ için % 41 ve TOK için ise %53'tür. *B. muralis* bakterisindeki en düşük giderim verimleri 200 ppm' de bu üç parametre için sırasıyla %61, %46 ve %55 olarak göze çarpmaktadır. *S. melonis* bakterisinde 100 ppm'deki giderim verimi ve *B. muralis* bakterisinin 200 ppm'deki giderim verimleri bu değerlerin arasındadır. Her iki bakteri türünün 100, 150 ve 200 ppm konsantrasyondaki indaziflam herbisitinde KOİ, BOİ<sub>5</sub> ve TOK bazında zamana bağlı olarak gösterdikleri azalmalar Tablo 1' de verilmiştir. Çalışmada ayrıca en iyi giderim veriminin tespit edildiği aralıklarda popülasyon dinamiği takibi yapılmıştır. Elde edilen en iyi giderim verimlerine ilişkin sonuçlar KOİ-populasyon dinamiği ve BOİ<sub>5</sub> – TOK parametreleri olarak *S. melonis* ve *B. muralis* bakterileri için sırasıyla Şekil 1-4 arasında verilmiştir.

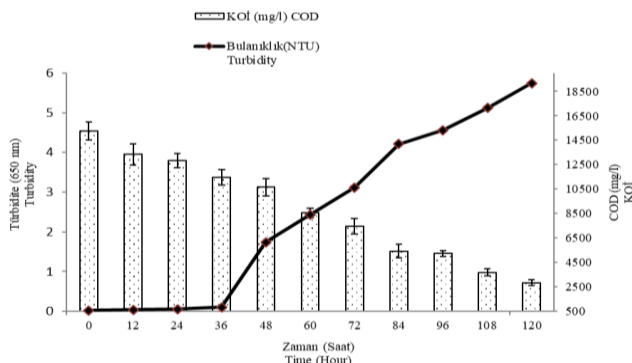
**Tablo 1.** Bakteri türlerinin İndaziflam herbisitinde zamana bağlı olarak gösterdikleri KOİ, BOİ<sub>5</sub> ve TOK parametrelerindeki azalmalar.

**Table 1.** Decreases in COD, BOD<sub>5</sub> and TOC parameters of bacterial species in time due to Indaziflam herbicide.

<i>S. melonis</i> 100 ppm				<i>S. melonis</i> 150 ppm			<i>S. melonis</i> 200 ppm		
Zaman (Saat)	KOİ (mg/l)	BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	TOK (mg/l)	KOİ (mg/l)	BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	TOK (mg/l)	KOİ (mg/l)	BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	TOK (mg/l)
0	11370	7280	9540	15250	10440	13280	20260	13290	22480
12	9540	6640	8940	13350	9220	13270	18890	12270	21110
24	9210	5980	8760	12840	8450	12580	17550	11490	18550
36	8640	5770	8550	11450	7890	10480	16670	10580	18220
48	8210	5460	7780	10660	7440	8560	15220	9970	17750
60	7450	4490	7460	8550	6220	7740	13360	9560	16690
72	6690	4280	6820	7460	5460	6280	12450	8870	14480
84	5420	3840	4490	5410	4520	5790	10170	8220	13330
96	5070	3420	4210	5220	3850	5320	9550	7900	12860
108	3890	3010	3750	3680	3350	4570	8890	7850	10750
120	3870	2980	3720	2840	3320	4510	8910	7840	10570
144	3870	2980	3720	2840	2820	3980	8910	7840	10570

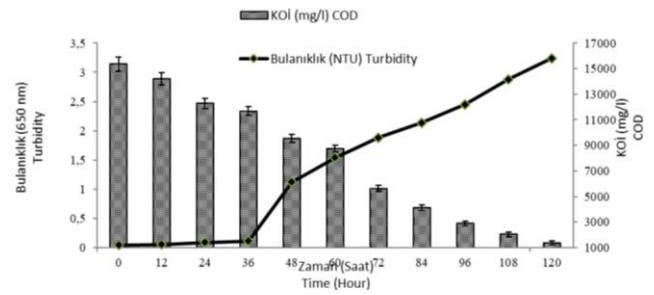
  

<i>B. muralis</i> 100 ppm				<i>B. muralis</i> 150 ppm			<i>B. muralis</i> 200 ppm		
Zaman (Saat)	KOİ (mg/l)	BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	TOK (mg/l)	KOİ (mg/l)	BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	TOK (mg/l)	KOİ (mg/l)	BOİ <sub>5</sub> (mg/l)	TOK (mg/l)
0	15360	7570	12490	19220	11540	13250	25540	12390	15760
12	14210	7440	11360	17750	9850	12540	23380	11480	14450
24	12280	6980	11020	1580	9210	11480	20170	10260	13220
36	11680	6740	70450	13250	7860	10560	18550	9550	12480
48	9540	6220	8440	10970	5460	8920	16970	9420	11280
60	8750	5870	7950	8420	4480	7420	14560	9110	8560
72	5640	5630	6420	6980	3950	6550	14120	8950	8420
84	4110	5220	5540	4580	2240	6210	12890	8220	7760
96	2890	4570	5360	3250	2050	4580	11580	7450	7450
108	2050	4250	5130	2710	1920	3110	10020	7020	7110
120	1380	4240	5120	2690	1850	3050	9960	6940	7090



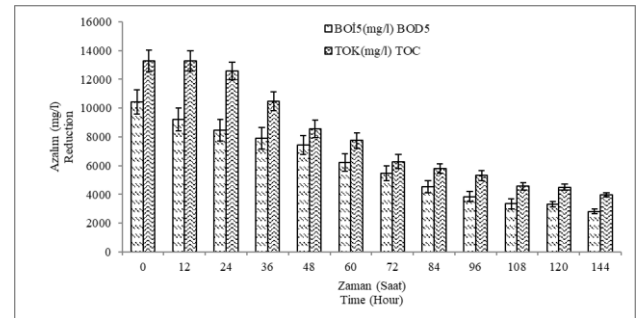
**Şekil 1.** 150 ppm İndaziflamın *S. melonis* bakterisi ile KOİ azalışının türbidite ile ilişkisi.

**Figure 1.** Relationship between *S. melonis* bacteria and COD reduction in 150 ppm Indaziflam with turbidity.



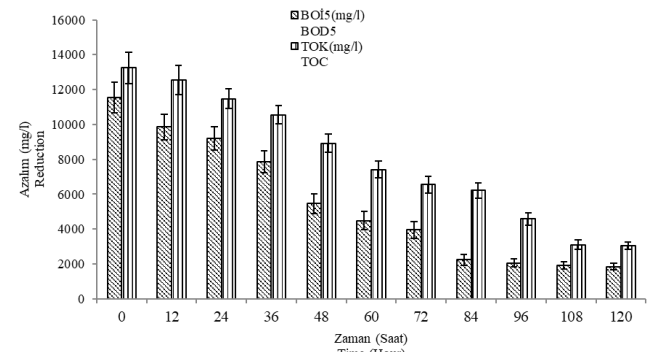
**Şekil 2.** 100 ppm İndaziflamın *B. muralis* bakterisi ile KOİ azalışının türbidite ile ilişkisi.

**Figure 2.** Relationship between *B. muralis* bacteria and COD reduction in 100 ppm Indaziflam with turbidity.



**Şekil 3.** *S. melonis* bakterisi ile 150 ppm İndaziflamda BOİ<sub>5</sub> ve TOK azalışı.

**Figure 3.** BOD<sub>5</sub> and TOC reduction in 150 ppm Indaziflam with *S. melonis* bacteria.



**Şekil 4.** *B. muralis* bakterisi ile 150 ppm İndaziflamda BOİ<sub>5</sub> ve TOK azalışı.

**Figure 4.** BOD<sub>5</sub> and TOC reduction in 150 ppm Indaziflam with *B. muralis* bacteria.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular literatürdeki benzer çalışma sonuçları ile uyumludur. Daha önceleri, birçok araştırmacı topraktan ya da sudan izole ettikleri mikroorganizmaların biyoremediasyon kapasitelerini tespit etmeye yönelik araştırmalarda bulunmuştur.

Murthy ve Manonmani (2007)'de *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Flavobacterium* ve *Vibrio* cinslerinden türler içeren ve saatler içinde parçalanma gerçekleştirebilen bir biyoremediasyon konsorsiyumunu belirlemişlerdir. Yang vd. (2014)'de klorimuron-etil (herbisit) kullanma yeteneğine sahip bir bakteri suşunu

araştırmışlardır. Klorimuronetil'in tek karbon kaynağı olarak temin edildiğini ve başlangıçta 50 mg/L lik klorimuron-etilden %95'inden fazlasının ayrıştığını bulmuşlardır. Ergüven ve ark. (2016)'da, beş farklı toprak ünitesine Trakya topraklarından izole edilen *Bacillus simplex*, *Bacillus muralis*, *Micrococcus luteus*, *Micrococcus yunnanensis*, *Clostridium tetani*, *Penicillium trichoderma*, *Penicillium simplicissimum*, *Penicillium talaromyces*, *Metacordyceps chlamydosporia* ve *Stachybotrys chartarum* 1,2, 5 ve 10 ml olarak ilave edilmiştir. Bu toprak ünitelerinin her birine 1900 µg/L oranında Aklonifen herbisiti ilave etmişlerdir. Beş hafta süren çalışma sonucunda Aklonifen, KOİ, BOİ<sub>5</sub>, ve TOK parametrelerinde sırasıyla %93, %98, %99 ve %99'lük giderim verimleri saptanmıştır. Belal ve Mohamed (2013)'de pendimethalin ile kirlenmiş topraktan izole edilmiş *Pseudomonas putida* bakterilerinin pendimethalin herbisitinin biyoremediasyonunda 4 hafta sonunda; 100 µg/mL konsantrasyonda pendimethalinin bu bakteri türü tarafından uzaklaştırıldığını gözlemlemişlerdir. Ergüven (2018)'de bazı mantar türleriyle asetoklor herbisitinin etken madde, KOİ, BOİ<sub>5</sub> ve TOK bakımından giderim verimlerini çalışmıştır. Bu maksatla Trakya bölgesinden elde ettiği tarım toprağından izole ettiği izole ettiği *T. geodes*, *C. cicadae*, *M. owariensis*, *M. cylindrospora* ve *V. chlamydosporium* türlerinde asetoklor etken maddesinde %91 – 55 aralığında; KOİ'de %90 – 52 aralığında; TOK'da %85 - 50 aralığında ve BOİ<sub>5</sub>'de %80 - 50'lik oranlarda giderim verimlilikleri belirlemiştir. Chlorpyrifos insektisitinin biyoparçalanırlığı üzerinde toprak bakterileri ile yapılan bir çalışmada, Maya ve Singh. (2011)'de *Pseudomonas*, *Agrobacterium* ve *Bacillus* türlerini kullanmıştır. *Bacillus subtilis*, *Brucella melitensis*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella türleri*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Serratia marcescens* türleri ile yaptıkları çalışmalar sonucunda, 20. günün sonunda %46-72 verim elde edilmiştir. Diaz vd. (2016)'da bakteri ve mantar konsorsiyum kültür ortamında biyoparçalama kapasitesini değerlendirmiştir. Onbeş günlük bir inkübasyon sonucunda ortamda pestisit konsantrasyonunun dimethoate ve imidakloprid için %26-50 arasında düşüş gösterdiğini bulmuşlardır. Buna rağmen *A. xylosoxidans*, *P. aeruginosa*, *Bacillus* sp. ve *C. Koseri*'nin bireysel suşlarının profenofoz ve 4-bromo-2-chlorophenol'u parçalayamadığını ve parçalanma veriminin profenofoz parçalayan bakteri konsorsiyumuna nazaran çok daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Mikroorganizmalarda pestisitlere karşı tolerans, fizyolojik/genetik mikroorganizma düzeyinde gerçekleşen karmaşık bir süreçtir ve bu nedenle pestisitlere karşı direnç geliştiren mikroorganizmalar sıklıkla biyolojik olarak parçalanabilmektedir (Ortiz-Hernández ve Sánchez-Salinas, 2010). Benzer parçalanma yöntemleri

*Brevundimonas diminuta* MG ve *Flavobacterium* sp. ATCC 27551 (Gorla vd., 2009) ve *Bacillus* sp. (Sreenivasulu & Aparna, 2001) gibi çeşitli bakteri izolatlarıyla rapor edilmiştir. Bu çalışmada iki bakteri türünün indaziflam herbisitinin üç farklı konsantrasyonunda biyodegradasyon etkinliği araştırılmıştır. *B. muralis* genel olarak indaziflam biyoremediasyonu için diğer bakteri türünden daha fazla giderim potansiyeli sergilemiştir. Bu çalışma, indaziflamın kontamine ortamdaki uzaklaştırılması için *B. muralis* ve *S. melonis* in pratik uygulamalarında yardımcı olacaktır. Bu çalışmadan elde edilen diğer sonuçlara göre bu herbisit besin maddesi görevi görerek aynı zamanda ortamdaki bakterilerin sayısının da logaritmik olarak artışına sebep olmaktadır. Bu logaritmik artış aynı zamanda herbisit de parçalanmasını beraberinde getirmektedir. Bu bulgular, pestisitlerin besin yeri olarak kullanım özelliklerinin, bakteri büyümesini arttırdığını ortaya koymaktadır. Çalışma, tarla uygulamalarından önce pestisitlerin dikkatli bir şekilde taranmasının laboratuvarında yapılması gerektiğini göstermiştir. Pestisit stresi altındaki bakterilerin hangi enzimlerin veya genlerinin etkilendiğini belirlemek için moleküler düzeyde pestisit-bakteri etkileşimi hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu araştırmalar artan indaziflam konsantrasyonu ile mikrobiyal aktivitenin uyarılmasını ölçmek için daha da genişletilebilir.

## KAYNAKLAR

- APHA. (1998).** Standard Methods for the examination of water and waste water, American Public Health Association Port City Press, Baltimore, 874pp.
- ANOVA. (2017).** IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Barreiros, L., Peres, J., Azevedo, N.F. Manaia, C.M. & Nunes, O.C. (2012).** Environmental factors influencing molinate biodegradation by a two-member mixed culture in rice paddy field floodwater. *International Biodeterioration & Biodegradation*, **72**, 52-58.
- Beutler, E., Gelbart, T. & Kuhl, W. (1990).** Interference of Heparin with The Polymerase Chain Reaction. *Biotechniques*, **9**, 166pp.
- Belal, B.E. & Mohamed, F.E.N. (2013).** Bioremediation of pendimethalin contaminated soil. *African Journal of Microbiology Research*, **7**(21), 2574-2588.
- Campo, J., Masiá, A., Blasco, C. & Picó, Y. (2013).** Occurrence and removal efficiency of pesticides in sewage treatment plants of four Mediterranean

- river basins. *Journal of Hazardous Materials*, **263**, 146-157.
- Castillo, J.M., Beguet, J., Martin-Laurent, F. & Romero, E. (2016).** Multidisciplinary assessment of pesticide mitigation in soil amended with vermicomposted agroindustrial wastes. *Journal of Hazardous Materials*, **304**, 79-387.
- Castillo, M.D.P., Torstensson, L. & Stenström, J. (2008).** Biobeds for environmental protection from pesticide use – a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **56**(15), 6206-6219.
- Chowdhury, A., Pradhan, S., Saha, M. & Sanyal, N. (2008).** Impact of pesticides on soil microbiological parameters and possible bioremediation strategies. *Indian Journal of Microbiology*, **48**(1), 114-127.
- Cycon, M. & Piotrowska-Seget, Z. (2009).** Changes in bacterial diversity and community structure following pesticides addition to soil estimated by cultivation technique. *Ecotoxicology*, **18**(5), 632-42.
- Dhanya, M.S. (2014).** Advances in microbial biodegradation of chlorpyrifos. *Journal of Environmental Research And Development*, **9**, 232-240.
- Diao, X.P., Sun, Y.J., Sun, Z.J. & Shen, J.Z. (2005).** Effects of sulfamethazine on microbial activity in different types of soil. *Journal of Agro-Environment Science*, **24**(3), 694-699.
- Diaz, J.M.C., Moreno, L.D., Núñez, R., Nogales, R. & Romero, E. (2016).** Enhancing pesticide degradation using indigenous microorganisms isolated under high pesticide load in bioremediation systems with vermicomposts. *Bioresource Technology*, **214**, 234-241.
- Ergüven, G.Ö., Bayhan, H., İkizoglu, B., Kanat, G. & Göksel, D. (2016).** Removal Rate Of Herbicide Aclonfen With Isolated Bacteria and Fungi. *Applied Ecology and Environmental Research*, **14**(2), 351-365.
- Ergüven, G.O., Yildirim, N. & Adar, E. (2017).** The ability of *Phanerochaete chrysosporium* (ME446) on chemical oxygen demand remediation in submerged culture medium supplemented with malathion insecticide. *Desalination and Water Treatment*, **94**, 231–235.
- Ergüven, G.O. (2018).** Comparison of Some Soil Fungi in Bioremediation of Herbicide Acetochlor Under Agitated Culture Media. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **100**, 570-575.
- Ergüven, G.O. (2019).** Bacillus subtilis Bakterisi ile Metribuzin Herbisitinin Biyoislahının Yapay Tarla Düzeninde Araştırılması. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, **5**(1), 46-52.
- Gorla, P., Pandey, J.P., Parthasarathy, S., Merrick, M. & Siddavattam, D. (2009).** Organophosphate hydrolase in *Brevundimonas diminuta* is targeted to the periplasmic face of the inner membrane by the twin arginine translocation pathway. *Journal of Bacteriology*, **191**, 6292-6299.
- Harry, W.S, Paul, J.V. & John, J.L.E. (1990).** *Microbes in Action: A Laboratory Manual of Microbiology*. 4th Edition. Publisher: W. H. Freeman; ASIN: B010WEO52C, McMillan Learning, New York City, United States.
- Johnson, J.L. (1994).** Similarity analysis of rRNA pp. 683-700. In: R.G. Gerhard, Murray, W.A. Wood, N.R. Krieg (Eds.). *Methods for General and Molecular Bacteriology*. American Society for Microbiology. Washington DC.
- Latifi, A.M., Khodi, S., Mirzaei, M., Miresmaeilli, M. & Babavalian, H. (2012).** Isolation and characterization of five chlorpyrifos degrading bacteria. *African Journal of Biotechnology*, **11**, 3140-3146.
- Maya, K. & Singh, R.S. (2011).** S.N. Upadhyay and S.K. Dubey, Kinetic analysis reveals bacterial efficacy for biodegradation of chlorpyrifos and its hydrolyzing metabolite TCP Process. *Biochemistry*, **46**, 2130-2136.
- Murthy H.M, & Manonmani, H.K. (2007).** Aerobic degradation of technical hexachlorocyclohexane by a defined microbial consortium. *Journal of Hazardous Materials*, **149**(1), 18-25.
- Nikel, P.I., Martínez-García, E. & De Lorenzo, V. (2014).** Biotechnological domestication of pseudomonads using synthetic biology. *Nature Reviews Microbiology*, **12**(5), 368-379.
- Ortiz-Hernández, M.L. & Sánchez-Salinas, E. (2010).** Biodegradation of the organophosphate pesticide tetrachlorvinphos by bacteria isolated from agricultural soils in México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, **26**, 27-38.
- Özkaya, B. & Demir, A. (2011).** Microbial Community Analysis with Pcr-Dgge-Sequencing Based Molecular Methods In Municipal Solid Waste Management. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Sigma*, **3**, 219-227.
- Pakala, S.B., Gorla, P., Pinjari, A.B., Krovdi, R.K., Baru, R., Yanamandra, M., Merrick, M. & Siddavattam, D. (2007).** Biodegradation of methyl parathion and p-nitrophenol: evidence for

- the presence of a p-nitrophenol 2-hydroxylase in a gram-negative *Serratia* sp. strain DS001. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **73**, 1452-1462.
- Saha, P. & Chakrabarti, T. (2006).** *Emticicia oligorophica* gen nov. a new member of the family Flexibacteraceae, phylum Bacteroidetes. 2006. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **56**, 991-995.
- Sebastian, D.J., Nissen, S.J., Sebastian, J.R. & Beck, K.G. (2017).** Seed bank depletion: the key to long-term downy brome (*Bromus tectorum* L.) management. *Rangeland Ecology & Management*, **70**, 477-483.
- Senesi, N. (1992).** Binding mechanisms of pesticides to soil humic substances. *Science of the Total Environment*, **123/124**, 63-76.
- Shen, Y.J., Lu, P., Mei, H., Yu, H.J., Hong, Q. & Li, S.P. (2010).** Isolation of a methyl parathion- degrading strain *Stenotrophomonas* sp. SMSP-1 and cloning of the *ophc2* gene. *Biodegradation*, **21**, 785-792
- Siddaramppa, R., Rajaram, K.P. & Sethunathan, N. (1973).** Degradation of parathion by bacteria isolated from flooded soil. *Applied Microbiology*, **26**, 846-849.
- Sreenivasulu, C. & Aparna, Y. (2001).** Bioremediation of methyl parathion by free and immobilized cells of *Bacillus* sp. isolated from soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **67**, 98-105.
- Tompkins, J. (2010).** Environmental Protection Agency Pesticide Fact Sheet: Indaziflam. <http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/indaziflam.pdf>. Erişim: Nisan 16, 2019.
- Trasar-cepeda, C., Leiros, M.C., Seoane, S. & Gil-Sotres, F. (2000).** Limitations of soil enzymes as indicators of soil pollution. *Soil Biology and Biochemistry*, **32**, 1867-1875.
- Travers, R. S., Martin, P.A.W. & Reichelderfer, C.F. (1987).** Selective Process for Efficient Isolation of Soil *Bacillus* Sp. *Applied and Environmental Microbiology*, **53**, 1263-1266.
- Yang, L., Li, X., Li, X., Su, Z., Zhanga, C. & Zhang, H. (2014).** Bioremediation of chlorimuron-ethylcontaminated soil by *Hansschlegelia* sp. strain CHL1 and the changes of indigenous microbial population and N-cycling function genes during the bioremediation process. *Journal of Hazardous Materials*, **274**, 314-321.
- Yong, Y.C. & Zhong, J.J. (2010).** Recent advances in biodegradation in China: New microorganisms and pathways, biodegradation engineering, and bioenergy from pollutant biodegradation. *Process Biochemistry*, **45**, 1937-1943.



## Keçiören (Ankara) İlçesi Balık Satış İşletmelerinde Çalışanların Sosyo-Ekonomik Analizi [\*]

Merve ONAY<sup>1</sup> Naciye ERDOĞAN SAĞLAM<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Balıkçılık ve Su Ürünleri Araştırmaları Koordinatörlüğü, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup> Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, Fatsa, Ordu, Türkiye

Geliş/Received: 11.06.2020

Kabul/Accepted: 07.07.2020

Atf yapmak için: Onay, M. & Erdoğan Sağlam, N. (2020). Keçiören (Ankara) İlçesi Balık Satış İşletmelerinde Çalışanların Sosyo-Ekonomik Analizi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 325-329.

How to cite: Onay, M. & Erdoğan Sağlam, N. (2020). Socio-Economic Analysis of Fisheries Enterprises Workers in Keçiören (Ankara) District. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 325-329.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0003-3259-0175>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4010-8115>

**\*Sorumlu yazarın:**

Naciye ERDOĞAN SAĞLAM  
Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu  
Üniversitesi, Ordu/Fatsa 52400, Türkiye.  
✉: [nes-34@hotmail.com](mailto:nes-34@hotmail.com)  
Cep telefonu : +90 (533) 341 42 51  
Faks : +90 (452) 423 50 53

**Öz:** Bu çalışma, Keçiören (Ankara) ilçesinde faaliyet gösteren balık satış işletmelerinde çalışanların sosyo-ekonomik yapılarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma verileri 2018 yılında 27 adet balık satış işletme sahibi ve çalışanları ile yüz yüze görüşmeler yapılarak tam sayım yöntemiyle elde edilmiştir. Araştırma sonucunda çalışanların %80'i erkek, %20'si kadın olup, tamamı evlidir. Eğitim durumlarına göre %44'ü ilkököl, %37'si ortaokul, %19'u lise mezunudur. İşletme sahiplerinin yaşları 30 ile 69 arasında değişmekte olup %82 ile çoğunluğu 50 yaşın altındadır. İşletme çalışanlarının tamamının sosyal güvencesi bulunmaktadır. Çalışanların %93'ü ehliyete, %91'i de hijyen belgesine sahiptir. Çalışanların %48'i ev sahibi, %7'si işyeri sahibi iken, %22'sinin herhangi bir aracı yoktur. İşletme çalışanlarının sosyo-ekonomik yapılarının daha iyi seviyeye getirilmesi ve sosyal kalitelerinin yükseltilmesi önem arz etmektedir

**Anahtar kelimeler:** İşletme, Keçiören, sosyo-ekonomik analiz.

## Socio-Economic Analysis of Fisheries Enterprises Workers in Keçiören (Ankara) District

**\*Corresponding author's:**

Naciye ERDOĞAN SAĞLAM  
Faculty of Marine Sciences Fatsa, Ordu  
University, Ordu / Fatsa 52400, Turkey.  
✉: [nes-34@hotmail.com](mailto:nes-34@hotmail.com)  
Mobile telephone : +90 (533) 341 42 51  
Fax : +90 (452) 423 50 53

**Abstract:** This study was carried out, in order to determine the socio-economic structure of the employees who works for fish trade agencies which are operated in Keçiören (Ankara) district. The research data were derived from all of owner and employees of companies with full count methodology in 2018. In this study, 80% of the employees were male, 20% were female and all of them are married. According to their educational status, 44%, 37% and 19% of them were graduated from primary school, middle school and high school, respectively. The age of the business owners varied between 30 and 69 and most of them were under 50 (%82). All of the employees had social security. 93% of employees had driver licenses and 91% of them had hygiene certificates. The 48% of the employees had own homes and 7% were business owners, tough, 22% of them did not have any vehicles. Therefore, it is important to take steps to increase the social quality and socio-economic structure of employees which are not in desired level.

**Keywords:** Keçiören, Market, socio-economic analysis.

[\*], Bu çalışma, yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the master thesis.

## GİRİŞ

Geçmişten günümüze, su ürünleri içerdiği besin değeri ve protein kalitesi bakımından önemini korumakla birlikte, insan sağlığı açısından beslenmemizin temellerinden birini oluşturmaktadır. Tarım sektörü içerisinde önemli bir yeri olan su ürünleri; değerli bir besin kaynağı olmasının yanında iş kolu bakımından sosyo-ekonomik alanda da önemli bir yere sahiptir. Su ürünleri gerek sanayi sektörüne hammadde sağlama, istihdam oluşturma ve gerekse gıda üretimi gibi faaliyetleri ile ülkemiz ekonomisine önemli katma değer sağlamaktadır (Aydın vd., 2013; Çiçek vd., 2014; Temel & Uzundumlu 2014; Can vd., 2012; Yücel, 2006)

Dünyada, hayvansal protein kaynaklarını arttırmak ve çeşitlendirmek adına, sağlıklı beslenmenin önemini kavramış olan ülkeler denizlerden faydalanmanın yollarını aramakta ve geleceğe yatırım yapmaktadır (Seyis, 2003).

Dünyada su ürünleri üretimi 2018 yılı itibarıyla 180 milyon tonluk bir sayıya ulaşmıştır. Bu toplam içerisinde su ürünleri yetiştiriciliğinin payı %47 ve gıda olmayan kullanım (balık yemi ve balık yağı kullanımı) çıkarıldığında %53 lük bir orana ulaştığı görülmektedir. Avcılık üretiminin durgunluk gösterdiği 1980'lerden bu yana, su ürünleri yetiştiriciliği, insan tüketimine yönelik su ürünleri elde edilmesi bakımından, devamlı ve istikrarlı bir büyüme göstermektedir (FAO, 2020). Türkiye'nin su ürünleri üretimi 2018 yılında avcılık yolu ile 314,094 ton ve yetiştiricilik yolu ile 314,537 ton olmak üzere toplam 628,631 ton olmuştur. Türkiye'de 2018 yılında avcılık ve su ürünleri üretim değeri yaklaşık 7,7 milyar TL'sına ulaşmıştır (TÜİK, 2019). Kişi başına düşen balık miktarı ülkelerin coğrafi konumları, ekonomik durumları, kültürel olarak balık tüketim alışkanlıkları gibi nedenlerle farklılık göstermektedir. Dünya su ürünleri tüketimi 1960'lardan günümüze kadar istikrarlı bir artış göstermiş olup, 2016 verilerine göre kişi başına balık tüketimi 20,3 kg iken, Türkiye'de kişi başına su ürünleri tüketimi 2000-2017 yılları arasında 8-5,5 kg arasında değişim göstermiştir (FAO, 2019; TÜİK, 2019; Atay vd., 2002).

Balıkçılık sektörünün sosyo-ekonomik durumunun bilinmesi ve değerlendirilmesinin temelini oluşturan sosyo-ekonomik göstergeler, bölgelerde, üretim değişikliklerinde, fiyatlarda, giderlerde, ekonomik verimde, istihdamda, teknolojiye ve balıkçılık kaynaklarındaki değişikliklerin balıkçılık faaliyetlerine etkilerini belirlemede kullanılabilir (Franquesa vd., 2001; Altınbaş & Menekşe, 2000; Yücel, 2006, Çağlak vd., 2018).

Balıkçılık sektörünün sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir olabilmesi, balıkçılık kaynaklarının ve balıkçılığın yönetiminde biyolojik göstergelerin yanında sosyo-ekonomik göstergelerin de kullanılması önem arz

etmektedir (Sabatella & Franquesa 2004; Çağlak vd., 2012).

Bu çalışma Keçiören (Ankara) ilçesi balık satış işletme sahipleri ve çalışanlarının sosyo-ekonomik durumlarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma verileri incelenen bölgedeki balıkçılık işletmelerinin sosyo-ekonomik göstergesini ortaya koyacak ve ileride daha kapsamlı yapılacak çalışmalara kaynak teşkil edecektir.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2018 yılında Şubat, Mart ve Nisan aylarında yürütülmüştür. Ankara İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne kayıtlı ve faaliyette olan 27 adet su ürünleri perakende satış yerinin işletme sahibi ve çalışanları ile yüz yüze yapılan görüşmelerde araştırmacılar tarafından oluşturulan anketler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Bu işletmelerin 18 adedi aynı zamanda lokanta işletmeciliği de yapmaktadır. Çalışanların cinsiyeti, yaşı, medeni hali, eğitim durumları, çocuk sayıları, sosyal güvence durumları, sosyal aktiviteleri, sahip oldukları mülkiyetler gibi bazı demografik ve sosyo-ekonomik özelliklerinin belirlenmesine yönelik veriler değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Ayrıca verilerin analizinde MS-Excel programından yararlanılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Ankara ili Keçiören ilçesinde faaliyet gösteren balık satış işletmesi sahipleri ve çalışanlarının demografik özellikleri, sosyal ve kültürel yapıları ile sosyo-ekonomik durumları değerlendirilmiştir.

Su ürünleri satış işletmelerinin büyüklüğü 20-170 m<sup>2</sup> arasında değişmekte olup, iş yeri mülkiyeti kendine ait olmayan 25 işletmenin kira masrafı yıllık 1200-80000 TL arasında değişmektedir.

Yıllık su ürünleri satış hacmi 2,5-6,5 ton arasında değişen işletmelerin toplam satış hacmi 121,5 tondur. İşletmelerin bazıları sezona bağlı olarak faaliyetlerine ara vermekle birlikte, satış sezonu ortalama 6 aydır. Satış yerlerine ait lokantalarda en çok tercih edilen balık türleri hamsi, istavrit, mezigit ve palamuttur. Balıkların porsiyon fiyatı balık türüne göre değişiklik göstermekte olup 12-25 TL arasındadır. 1 kg balığın pişirme fiyatı ortalama 9,8 TL iken, lokantada yenilen bir porsiyon balığın ortalama fiyatı 17,8 TL'dir. Lokantalardan elde edilen gelir, satış hacmi ve işletme alanı büyüklüğüne göre değişmekte olup, yıllık lokanta geliri 30000-180000 TL arasındadır. İşletmelerin gelir düzeyleri arasındaki değişkenlik işletme ölçeği ve satış hacminden kaynaklanmaktadır.

Araştırmada incelenen 27 işletmeden 3 işletmenin sahibi kadındır. Keçiören ilçesindeki su ürünleri satış işletmesi sahiplerinin çoğunluğu sadece balıkçılıkla uğraşmakta olup, bir işletmecinin kuyumcu, dört işletmecinin çiftçi, bir tanesinin ise market işletmecisi olduğu tespit edilmiştir. İşletme sahipleri ve çalışanlarına ait bazı demografik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Keçiören ilçesindeki balık satış işletme sahipleri (27 kişi) ve çalışanlarının (123 kişi) bazı demografik özellikleri.

**Table 1.** Some demographic characteristics of fisheries business owners and employees in Keçiören district.

	Sayı	%
<b>İşletmelerde çalışanların cinsiyeti</b>		
Erkek	98	80
Kadın	25	20
<b>İşletme sahiplerinin eğitim durumu</b>		
İlkokul	9	33
Ortaokul	7	26
Lise	11	41
<b>İşletme sahiplerinin eşlerin eğitim durumu</b>		
İlkokul	12	44
Ortaokul	10	37
Lise	5	19
<b>Çalışanların sosyal güvenlik durumu</b>		
Bağ-Kur	123	100
<b>İşletme sahiplerinin STK üyelikleri</b>		
Dernek Üyeliği	4	15
Esnaf ve Sanatkarlar Odası Üyeliği	1	4
Üyeliği Bulunmayanlar	22	81
<b>İşletme sahiplerinin yaş grupları</b>		
30-39	11	41
40-49	11	41
50-59	4	15
60-69	1	4
<b>Çalışanların medeni durumu</b>		
Evli	123	100
Bekar	-	-
<b>İşletme sahiplerinin çocuk sayısı</b>		
Yok	1	4
1	4	15
2	8	30
3	6	22
4 ve üzeri	8	30

Bu çalışmada katılımcıların %80’inin erkek, %20’sinin kadın olduğu tespit edilmiştir. Samsun vd., (2017) Ordu ve Giresun’da yaptıkları çalışmada katılımcıların %92,86’sının erkek, %7,14’ünün kadın; Samsun vd., (2019) Yozgat ve Kırşehir illerinde yaptıkları çalışmada tamamının erkek, Çakır vd., (2006) Çanakkale’de yaptıkları çalışmada katılımcıların %79,78’inin erkek, %20,22’sinin kadın olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışma sonuçlarına göre sektörde erkeklerin çoğunlukta olduğu dikkat çekmektedir.

Keçiören ilçesindeki toplam 27 işletme sahibinin yaşlarının 30 ile 69 arasında değiştiği ve ortalama 42 olduğu belirlenmiştir. Yozgat ve Kırşehir illerinde yapılan çalışmada %29,41 ile Ordu ve Giresun illerinde yapılan çalışmada ise %40,48 ile çoğunlukta olan katılımcıların 41-50 yaş grubunda olduğu bildirilmiştir (Samsun vd., 2017, 2019). Neredeyse bütün illerde balıkçıların çoğunluğunun 40 yaş üstünde olması ve 20 yaşın altındaki balıkçı sayısının düşük olması, ya ekonomik zorunluluklar dışında genç nüfusun balıkçılık yapmayı tercih etmemesi ya da bu yaş grubundaki gençlerin eğitim döneminde olmasından kaynaklanabilir.

İşletmecilerin eğitim seviyeleriyle ilgili veriler incelendiğinde Keçiören’de bulunan balıkçıların %41’inin

lise, %33’ünün ilköğretim mezunu olduğu tespit edilmiştir. Yozgat ve Kırşehir illerinde %35,29 lise, %64,71 ilköğretim mezunu (Samsun vd., 2019); Ordu ve Giresun illerinde %14,29 üniversite, %52,38 ile çoğunluğunun ise ilköğretim mezunu (Samsun vd., 2017); Çanakkale ilinde %41,57 üniversite, %23,60 lise, %34,83 ilköğretim mezunu olduğu bildirilmiştir (Çakır vd., 2006). İç kesimlerdeki bölgelerde eğitim seviyesi yüksek kesimin mesleği tercih etmediği görülürken, sahil kesimindeki illerde üniversite mezunlarının da mesleği tercih ettikleri görülmektedir. Sahil kesimlerinde balıkçılık faaliyetlerinin daha yoğun olması nedeniyle, sektörde her eğitim düzeyindeki bireylere rastlanılmaktadır.

Mevcut çalışmada çalışanların medeni durumları incelendiğinde, katılımcıların tamamı evli iken, işletme sahiplerinin %4’ünün çocuğunun olmadığı, %15’inin 1, %30’unun 2, %22’sinin 3 ve %30’unun ise 4 ve üzeri çocuğa sahip olduğu görülmüştür. Samsun vd., (2019) Yozgat ve Kırşehir illerinde su ürünleri perakende satış yerlerinde yaptıkları çalışmada %76,47’sinin evli, %23,53’ünün bekar olduğunu bildirmişlerdir. Çanakkale ilinde su ürünleri üretimi ve satışı yapan işletmelerde %35,96’sının evli, %64,04’ünün bekar olduğu belirlenmiştir (Çakır vd., 2006). Ordu ve Giresun illerinde su ürünleri işleme ve satış yerlerinde çalışanların %64,29’unun evli, %35,71’inin bekar olduğu ifade edilmektedir (Samsun vd., 2017). İşletme sahiplerinin çekirdek aile yapısından ziyade çocuk sayıları yüksektir.

İşletmelerde çalışanların sosyal açıdan önemli göstergelerinden birisi de sosyal güvencelerinin varlığıdır. Bu çalışmada çalışanların tamamının bir sosyal güvenceye sahip oldukları ve sigorta primlerini kendilerinin ödediği görülmüştür. Buradan balıkçıların sosyal güvence bilincine sahip oldukları anlaşılmaktadır. Yağlıoğlu, (2013) Akçakoca ilçesindeki çalışmasındaki balıkçıların %67 oranında, Doğan ve Gönülal, (2011) Gökçeada balıkçıları ile yaptıkları araştırmalarında balıkçıların %62,5 oranında ve Aksoy ve Koç, (2012) çalışmalarında balıkçıların %76 oranında sosyal güvenceye sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Dernek, Birlik, Kooperatif ya da Oda adı altında örgütlenmenin işletmelere fayda getireceğine inanılsa da, işletme sahiplerinin %15’i dernek üyesi, %4’ü Esnaf ve Sanatkarlar Odası üyesi iken %81’inin hiçbir sivil toplum kuruluşuna üyeliği bulunmamaktadır. Çalışmada işletme sahiplerinin büyük çoğunluğunun dernek üyeliği bulunmadığı dikkat çekmektedir. Sektör çalışanları, seminer ve eğitimlerle örgütlenmenin faydaları hakkında bilgilendirilmeli ve teşvik edilmelidir. İşletme sahiplerinin sosyal aktivitelere katılım ve kendilerine ayırdıkları zamanla ilgili bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

İşletme sahiplerinin sosyal aktivitelere katılımı incelendiğinde sinema ve tiyatroya gidenlerin oranının



düşük olduğu, televizyon kullanımının ise yoğun olduğu belirlenmiştir. Tiyatroya giden 4 işletmeci ve sinemaya giden 18 işletmeci nadiren gittiklerini; 3 kişi ise ayda bir kez sinemaya gittiklerini belirtmişlerdir.

**Tablo 2.** Keçiören İlçesi'ndeki balık satış işletmesi sahiplerinin sosyal aktivite ve kendilerine zaman ayırma durumu.

**Table 2.** Social activity and taking time for yourself of fisheries business owners in Keçiören district.

	Sayı	%
<b>İşyerinde internet kullanıyor musunuz?</b>		
Evet	14	52
Hayır	13	48
<b>Evde internet kullanıyor musunuz?</b>		
Evet	21	78
Hayır	6	22
<b>İşyerinde bilgisayarınız var mı?</b>		
Evet	15	56
Hayır	12	44
<b>Çok televizyon izler misiniz?</b>		
Evet	22	81
Hayır	5	19
<b>Sinemaya gider misiniz?</b>		
Evet	18	67
Hayır	9	33
<b>Tiyatroya gider misiniz?</b>		
Evet	4	15
Hayır	23	85
<b>Yaz tatili</b>		
10 günden az tatil yapan	7	26
10 gün ve daha fazla tatil yapan	17	63
Tatil yapmayanlar	3	11
<b>Sürücü ehliyetiniz var mı?</b>		
Evet	25	93
Hayır	2	7
<b>Hijyen belgeniz var mı?</b>		
Evet	22	81
Hayır	5	19

Hijyen Belgesine sahip olan balıkçıların bu belgeyi Milli Eğitim Bakanlığı tarafından verilen Hijyen Belgesi Eğitim Programlarına katılarak aldıkları belirlenmiştir. İşletme sahiplerinin ülkemizdeki ve dünyadaki güncel gelişmeleri takip etmeleri, sosyal ve kültürel faaliyetlere katılımları ve mesleki anlamda kendilerini geliştirebilmek amacıyla yararlandıkları teknolojik imkanlar incelendiğinde, %52'sinin işyerinde ve %78'inin evde internet kullandığı, %56'sının işyerinde bilgisayarı olduğu, %81'inin televizyondan yararlandıkları saptanmıştır. Bu teknolojik olanaklar işletme yönetimi ve piyasa koşullarını takip edebilme anlamında işletmecilere kolaylıklar sağlamıştır. Katılımcıların %67'sinin sinemaya, %15'inin tiyatroya gittiği, %63'ünün de 10 gün ve daha fazla sürede yaz tatili yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca %93'ü sürücü ehliyetine ve %82'si de hijyen belgesine sahiptir. Balıkçıların sosyal yaşamlarını ele aldığımızda sinema ve tiyatroya ilgi duyan kişi sayısının oldukça az olduğu görülmektedir. Keçiören ilçesinde genel olarak, gıda işletmelerinin almak zorunda oldukları hijyen belgesine sahip olanların sayısının yüksek olması işletme sahiplerinin hijyen konusuna verdiği önemi göstermektedir.

İşletme sahiplerinin bazı ekonomik özelliklerine ilişkin veriler Tablo 3'te verilmiştir. İşletmecilerin %52'si

kirada oturmakta olup, kira masrafinin yıllık ortalama 7500 TL olduğu tespit edilmiştir.

Mal varlığı göstergesi olarak ev, işyeri ve otomobil sahibi olma durumlarına bakıldığında işletme sahiplerinin %48'inin ev sahibi, %7'sinin kendi işyeri, %45'inin otomobil ve kamyonet sahibi oldukları görülmüştür.

**Tablo 3.** Keçiören İlçesi'ndeki balık satış işletmesi sahiplerinin kişisel mal varlığı.

**Table 3.** Personal assets of the owners of fisheries business owners in Keçiören district.

	Sayı	%
<b>Ev mülkiyet durumu</b>		
Kendi evi olanlar	13	48
Kirada olanlar	14	52
<b>İşyeri mülkiyet durumu</b>		
İşyeri kendinizin mi?		
Evet	2	7
Hayır	25	93
<b>Otomobil ve kamyonet mülkiyet durumu</b>		
Otomobili olanlar	6	22
Kamyonu olanlar	3	11
Otomobil ve kamyoneti olanlar	12	45
Aracı bulunmayanlar	6	22

Keçiören ilçesinde dar gelirli ailelerin çoğunlukta olması nedeniyle, balıkların maliyetine ya da çok az karla satışının yapılamadığı ifade edilmiştir. Ancak, balık satış fiyatlarının düşük tutulmasının tüketicilerin talebinin fazla olmasını sağladığı ve dolayısıyla satışların sezon içerisinde normal seyrettiği belirtilmiştir.

İşletmelerin yıllık masrafları Tablo 4'te verilmiştir. İşletmeler ısınma kaynağı olarak genellikle elektrikli ısıtıcı, klima ve doğalgaz kullanmakla birlikte, doğalgaz kullananların yıllık ısınma gideri 2100 TL ile 3000 TL arasında değişmekte olup ortalama 3340 TL'dir.

**Tablo4.** Balık satıcılarının yıllık işletme masrafları.

**Table 4.** Annual cost of fish sellers.

Giderler	Min (TL)	Mak (TL)	Toplam (TL)	Ort. (TL)
Personel gideri	21600	144000	1615400	64616
Elektrik gideri	1500	9000	108950	4035
Su gideri	1800	9000	100150	3709
Diğer giderler (telefon, internet, kırtasiye vb)	600	1500	13600	503.7
Yıllık tüketim gideri	2100	3000	36750	3340
<b>Toplam</b>	<b>27600</b>	<b>166500</b>	<b>1874850</b>	<b>76203.7</b>

Min: Minimum, Max: Maksimum, Ort.: Ortalama,  
Min: Minimum, Max: Maximum, Avg.: Average

## SONUÇ

Balıkçılığın tüm aşamalarında olduğu gibi satış işletmelerinde de çalışanların sosyo-ekonomik yapılarının istenilen düzeyde olmadığı bir gerçektir. Su ürünleri satış işletmeleri sahiplerinin ve çalışanlarının ekonomik durumları ve sosyal kazanımlarının daha iyi duruma gelebilmesi için ilgili kurum ve kuruluşlarca gerekli teşvik ve düzenlemeler yapılmalıdır. Bu kapsamda işletme sahiplerinin ham madde temininde aracı veya komisyonculara gerek duymadan daha ucuza ürün temin etmesinin yolu açılmalıdır. Balıkçılık sezonu dışında üretimin az olmasına paralel olarak satışlarda azalmakta ya

da tamamen durmaktadır. Bu dönemde işletme sahiplerine destek sağlayacak teşvikler yapılmalıdır. Bu tür düzenlemeler işveren ve çalışanların sosyal kalitelerinin yükseltilmesini ve buna bağlı olarak sektörün devamlılığı ve gelişimini sağlayacaktır.

#### KAYNAKLAR

- Aksoy, R. & Koç, G. (2012).** Küçük ölçekli balıkçılığın genel profili: Zonguldak ili merkez ilçesinde bir saha çalışması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 8, 88-103.
- Altınbaş, N., & Menekşe, A. (2000).** Marine Resources. The Second Marine Shura, *The Government Marine*, 28-30 Eylül 2000, İstanbul, Türkiye.
- Atay, D., Aydın, F. & Yavuzcan Yıldız, H. (2002).** Su ürünleri yetiştirme ilkeleri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 270s, Ankara, Türkiye.
- Aydın, A., Dağdemir, V. & Kocaman, E.M. (2013).** Antalya ve Isparta illerindeki alabalık işletmelerinin yapısal analizi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2, 15-20.
- Can, M.F., Serpin, D. & Can, M.F. (2012).** İskenderun Körfezi'nde küçük çaplı balıkçılığın genel durumu: İskenderun, Arsuz ve Konacık örneği. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 7(3), 167-175.
- Çağlak, E., Karşlı, B. & Çağlak, S. (2012).** Su ürünleri işleme tesislerinde çalışanların sosyo-ekonomik analizi: Balıkesir ili örneği. *İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 27, 47-67.
- Çağlak, E., Karşlı, B., Gürdal, A.A. & Kara B. (2018).** Rize ilindeki Su ürünleri perakende satış yerlerinde çalışanların sosyo-ekonomik durumu. *Anadolu Çevre Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 34-41.
- Çakır, F., Arık Çolakoğlu, F. & Berik, N. (2006).** Su ürünleri işleyen ve satan yerlerde çalışanların sanitasyon konusunda bilgi düzeyleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23, 377-381.
- Çiçek, E., Akgün, H. & İlhan, S. (2014).** Elazığ ili balık eti tüketim alışkanlığı ve tercihinin belirlenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni* 1, 3-11.
- Doğan, K. & Gönülal, O. (2011).** Gökçeada (Ege Denizi) balıkçılığı ve balıkçıların sosyo-ekonomik yapısı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, ISSN: 1309-4726 FABA 2011 Symposium Special issues*, 2(3), 57-69.
- FAO. (2020).** Fishery Department. Databases and Statistics. <http://www.fao.org/fi/statist/statist.asp>.
- Franquesa, R., Malouli, I.M. & Alarcon, J.A. (2001).** *Feasibility assessment for a data-base on socio-economic indicators for Mediterranean fisheries. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 71. Rome, FAO. 55p.*
- Sabatella, E. & Franquesa, R. (2004).** *Manual of fisheries sampling surveys: methodologies for estimations of socio-economic indicators in the Mediterranean sea. studies and reviews. GFCM, No: 73, Rome, FAO. 37p.*
- Samsun, S., Erdoğan Sağlam, N. & Demir, H. (2019).** Yozgat-Kırşehir illerinde su ürünleri perakende satış yerlerinde çalışan kişilerin hijyen ve sanitasyona ilişkin bilgi ve uygulama düzeyi. *Eskişehir Teknik Üniversitesi. Bilim Teknoloji Dergisi, C- Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, 8 (1), 6-11
- Samsun, S., Erdoğan Sağlam, N. & Sağlam, C. (2017).** Ordu-Giresun illeri su ürünleri işleme ve satış yerlerinde çalışan personelin hijyen ve sanitasyon bilgisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 76-84.
- Seysis, T. (2003).** *Türkiye'de su ürünleri pazarlama sistemi ve balık hallerinin fonksiyonel durumu. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*
- Temel, T. & Uzundumlu, S. (2014).** Rize ilinde hanelerin balık tüketimi üzerine etkili olan faktörlerin belirlenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 3, 14-22.
- TÜİK. (2019).** Su Ürünleri İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Ankara (02/05/2019). <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf>
- Yağlıoğlu, D. (2013).** Akçakoca (Batı Karadeniz) balıkçılığı ve balıkçıların sosyoekonomik analizi. *Ormancılık Dergisi*, 9(1), 35-42.
- Yücel, Ş. (2006).** Orta Karadeniz Bölgesi balıkçılığı ve balıkçıların sosyo-ekonomik durumu. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-3), 529-532.



## Dişi ve Erkek Lepistes Balıklarında (*Poecilia reticulata*) Farklı Dozlarda Uygulanan Karanfil Yağının Anestezik Etkisi

Çetin YAĞCILAR<sup>1\*</sup> Tuba Özge YAŞAR<sup>1</sup> Mehmet YARDIMCI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Değirmenaltı Kampüsü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ

Geliş/Received: 30.03.2020

Kabul/Accepted: 24.08.2020

Atıf yapmak için: Yağcılar, Ç., Yaşar, T.Ö. & Yardımcı, M. (2020). Dişi ve Erkek Lepistes Balıklarında (*Poecilia reticulata*) Farklı Dozlarda Uygulanan Karanfil Yağının Anestezik Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 330-334.

How to cite: Yağcılar, Ç., Yaşar, T.Ö. & Yardımcı, M. (2020). Anesthetic Effect of Different Dose Clove Oil Administration in Female and Male Guppy Fish (*Poecilia reticulata*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 330-334.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0002-4683-820X>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-2778-5779>  
ID: <https://orcid.org/0000-0001-5650-437X>

**\*Sorumlu yazarın:**

Çetin YAĞCILAR  
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi,  
Veteriner Fakültesi, Değirmenaltı Kampüsü,  
59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ  
✉: [cyagcilar@nku.edu.tr](mailto:cyagcilar@nku.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (507) 023 87 59  
Telefon : +90 (282) 250 47 31

**Öz:** Bu çalışmada, erkek ve dişi lepestes (*Poecilia reticulata*) balıklarda farklı oranlarda uygulanan karanfil yağının anestezik etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Anestezik etkinin değerlendirilmesi amacıyla yetişkin erkek ve dişi balıklar kullanılmıştır. Karanfil yağı konsantrasyonları erkek ve dişi balıklarda ayrı ayrı olarak litreye 0.5, 1, 1.5 ve 2 ml olacak şekilde dozlar belirlenmiştir. Deneme sırasında balıklarda anesteziyeye giriş ve çıkış süreleri ile canlı ağırlık ve toplam boy uzunluğu ölçülmüştür. Denemeden 48 saat sonra ise farklı dozlarda uygulanan karanfil yağının balıklardaki etkileri gözlenmiştir. Anesteziyeye giriş süresi erkeklerde sırasıyla 154.93±6.2, 136.07±5.3 ve 110.40±3.5 sn, anesteziden çıkış 330.20±12.8, 443.20±29.4 ve 603.87±17.0 sn olarak tespit edilirken; dişilerde anesteziyeye giriş süresi 123.03±4.9, 109.50±3.2 ve 89.20±3.0 sn, anesteziden çıkış ise 186.20±9.0, 216.70±8.8 ve 249.67±8.9 sn olarak belirlenmiştir. Erkek ve dişi cinsiyetler arasında anlamlı düzeyde bulunan istatistiksel fark, erkeklerin anesteziyeye daha geç girdikleri ve geç çıktıklarını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, karanfil yağının lepestes erkek ve dişi balıklarda her üç dozda da etkin olarak kullanılabilceği ve herhangi bir zararlı etkiye yol açmadığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Anestezi, Karanfil yağı, Lepistes.

## Anesthetic Effect of Different Dose Clove Oil Administration in Female and Male Guppy Fish (*Poecilia reticulata*)

**Abstract:** The aim of this study was to evaluate the anesthetic effect of clove oil administrated in different proportions of male and female guppy (*Poecilia reticulata*) fish. Adult male and female fish were used to evaluate the anesthetic effect. Clove oil concentrations were determined as 0.5, 1, 1.5 and 2 ml per liter separately in male and female fish. During the experiment, induction and recovery times, live weight and total length were measured. The effects of clove oil administrated in different doses were observed in fish 48 hours after the experiment. In terms of induction times in males, values were 154.93±6.2, 136.07±5.3 and 110.40±3.5 sec respectively while the recovery times were 330.20±12.8, 443.20±29.4 and 603.87±17.0 sec. Induction times of females were 123.03 ± 4.9, 109.50 ± 3.2 and 89.20 ± 3.0 sec while the recovery times, were 186.20 ± 9.0, 216.70 ± 8.8 and 249.67 ± 8.9 sec respectively. A statistically significant difference between male and female genders revealed that males entered anesthesia later and left late. As a result, it was observed that clove oil can be used effectively in all three doses in guppy male and female fish and does not cause any harmful effects.

**Keywords:** Anesthesia, Clove oil, Guppy.

**\*Corresponding author's:**

Çetin YAĞCILAR  
Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty  
of Veterinary Medicine, Değirmenaltı  
Campus, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ  
✉: [cyagcilar@nku.edu.tr](mailto:cyagcilar@nku.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (507) 023 87 59  
Telephone : +90 (282) 250 47 31

## GİRİŞ

Balıkların uzun süreli hareketsiz tutulması gereken koşullarda, anestezi maddelerinin kullanılması gerek manüplasyonların kolaylığı, gerekse stres faktörlerinin azaltılması bakımından avantaj sağlamaktadır (Ackerman vd., 2005). Anestezi maddeleri, konsantrasyona bağlı olarak canlıda sakinleşme (sedasyon), hareketlerde azalma ve metabolik faaliyetlerde azalmaya yol açar (Karataş, 2005). Balıklarda yapılacak işlemler için uygulanacak olan anestezinin öncelikle canlıda hareketi azaltmak veya durdurmak amacıyla da olsa balığa zarar vermeden gerçekleşmesi gerekir (Karataş, 2005; Ackerman vd., 2005). Bu bağlamda anestezi olarak kullanılan maddelerin canlıların en kısa sürede anestezide girişi, anesteziden kısa sürede çıkışı, anestezi sırasında ve sonrasında herhangi bir zararlı etkisinin olmaması, kullanımının ve temin edilmesinin kolay olması, ve ekonomik olması gerekmektedir (Brown, 2011).

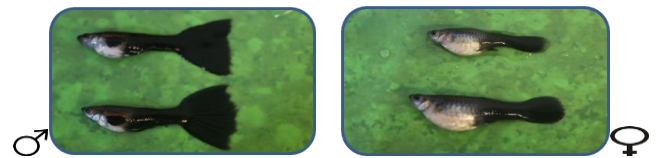
Süs balıkları ve gıda tüketimi için kullanılan balıklarda oluşturulan sınırlamalara rağmen birçok kimyasal madde anestezi madde olarak kullanılmaktadır (Karataş, 2005). Örneğin; MS-222 (Trikaïn), Kinaldin (Quinaldin), Benzokain ve Fenoksi Etanol gibi çok sayıda kimyasal anestezi madde balıklarda kullanılmaktadır (Coyle vd., 2004). Bununla beraber yapılan birçok çalışmada bu tür kimyasal anesteziklerin balıklar üzerinde toksik etkisinin bulunduğu (Karataş, 2005); bu etkiler arasında başta ölüm olmak üzere, solunum bozukluğu, öksürme davranışları ve ürkme gibi belirtilerin tespit edildiği bildirilmiştir (Karataş, 2005).

Anestezi madde olarak da kullanılan karanfil yağı, bitkinin çiçekleri, sapları ve yapraklarının (*Eugenia aromatica*) damıtılmasından oluşturulan koyu renkli bir sıvıdır. Dünya'da karanfil yağı, gıda olarak kullanımı dışında çok çeşitli sektörlerde (tıpta, diş hekimliği) farklı amaçla kullanımı söz konusudur (Karataş, 2005; Saini vd., 2018). Karanfil yağının anestezi etkisi temel olarak eugenol fenoller (% 70-90), eugenol asetat ve kariofilen-5' dan kaynaklanır (Karataş, 2005). Balıklarda karanfil yağının anestezi madde olarak kullanımı; düşük toksisite riskine sahip olması, doğal bir ürün olması ve ucuz temin edilebilmesinden dolayı önemli bir avantaj sağlamaktadır (Fernandes vd., 2017).

Bu çalışmada erkek ve dişi yarım siyah lepistes balıklarında anestezi induksiyonu için farklı dozlarda karanfil yağının etkileri değerlendirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

**Araştırma yeri ve kullanılan balık türünün özellikleri:** Araştırmada Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Su Ürünleri ve Hastalıkları Laboratuvarında yetiştirilen yarım-siyah (half-black) lepistes balıkları (*Poecilia reticulata*) kullanılmıştır (Şekil 1). 100\*35\*45 cm büyüklüğünde ortalama 500 adet stoklanabilen akvaryumdan deneme için ortalama uzunluğu (toplam boy) 3.02±0.03 cm, ortalama ağırlığı 0.44±0.01 g olan 90 adet ergin dişi balık ile ortalama uzunluğu 3.61±0.03 cm ve ortalama ağırlığı 0.48±0.01 g olan 90 erkek balık olmak üzere toplam 180 adet ergin balık kullanılmıştır. Denemede, erkek ve dişi bireylerin anestezi maddenin farklı dozlarına verdikleri tepkiler gözlemlenmiştir. Balıklar 100\*35\*45 cm büyüklüğündeki akvaryumdan rasgele seçilerek, dişi ve erkek olarak sınıflandırılmıştır. Aynı deney koşullarında, her bir balık grubu (90 dişi – 90 erkek), 80\*35\*45 cm büyüklüğünde 120 L' lik ayrı bir akvaryuma konmuş, 3 gün boyunca akvaryumda adaptasyon için tutulmuştur. Besleme, günlük olarak ticari yemle saat 10:00 ve 14:00 olmak üzere canlı ağırlığın % 5'i oranında yapılmıştır. 3 gün boyunca akvaryumlarda 2 defa dip temizliği ve % 30 kadar su değişimi yapılmıştır.



Şekil 1. Denemede anestezi uygulanmış erkek ve dişi balık örnekleri.

Figure 1. Male and female fish samples anesthetized in the trial.

Çalışmada stok akvaryumu, erkek ve dişi balıkların ayrı ayrı tutulduğu akvaryumlar ve anesteziden çıktıktan sonraki balıkların tutulduğu akvaryumların su kalite parametreleri olarak pH, tuzluluk, TDS (çözülmüş katı madde), iletkenlik, su sıcaklığı extech marka cihaz ile, ortam sıcaklığı, ortam nemi Thermo HYGRO cihaz ile ve Oksijen düzeyleri ölçümü ise JBL marka test kiti ile yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırmada kullanılan akvaryum suyunun özellikleri.

Table 1. Features of aquarium water used in the research

Ortalama	Tuzluluk	TDS	İletkenlik	Akvaryum sıcaklığı	Ortam sıcaklığı	Ortam Nem	pH	Oksijen
n=9 $\bar{x} \pm S_x$	319.44±3.7	513.33±6.0	639.77±7.1	27.82±0.2	28.14±0.1	61.55±0.9	8.06±0.1	8.22±0.5

**Deney tasarımı:** Anestezide uygulanan her bir doz için 30 adet balık, rastgele örnekleme yöntemiyle seçilmiş ve

balıklar 1 litreye 1, 1.5, 2 ml dozunda karanfil yağı konsantrasyonuna maruz bırakılmışlardır. Araştırmada

kullanılan karanfil yağı "Kimbiotek Kimyevi Maddeler San. Tic. A.Ş" firmasından temin edilmiştir. Solüsyonlar, etanolde (% 99.8) 9 birim etanol ve 1 birim karanfil yağı oranında seyreltilmiştir. Konsantrasyonları, balıklarda anestezi için literatürde uygulanan konsantrasyona uyumlu olarak belirlenmiştir. Ön denemelerde bu dozlara ek olarak 0.5 ml/l karanfil yağı dozu da denenmiş ancak balıklarda yaklaşık 11 dakika sonra dibe çökme, yüzmeyi durdurma, dokunulduğunda yüzmeye yeniden başlama, kaçma çabaları gibi bazı hafif belirtiler olduğundan bu dozun balıklarda anestezi değil, hafif sedasyon etkisi uyandırdığı tespit

edilerek araştırmaya dahil edilmemiştir. Anestezi induksiyonu amacıyla oluşturulmuş seyreltik karanfil yağı konsantrasyonu, 2 litrelik su içeren plastik kaplarda uygulanmıştır. Balıklar, maruz bırakıldıkları anestezi süresinden sonra, toparlanma süresinin değerlendirilmesi için hava taşı ile sabit havalandırma yapılan 5 litrelik anestetik madde içermeyen su dolu başka bir kaba aktarılmıştır. Anesteziye giriş ve çıkış aşamalarında balıklarda gözlenen davranış özellikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Anesteziye giriş ve çıkış aşamalarında balıklarda gözlenen davranış özellikleri (Cunha, 2015 dan uyarlandı).

**Table 2.** Behavioral characteristics observed in fish during the entry and exit stages of anesthesia (adapted from Cunha, 2015).

Safhalar	Anesteziye giriş	Anesteziiden çıkış
1	Dış ortam uyarılarına normal reaksiyon, Kısmi olarak azalan yüzme davranışı.	Duraksayarak yüzme, solungaç ve ağızda hafif hareketler.
2	Kas hareketi ve denge kaybı, solunum oranında düşme, dış uyarılara azalan tepkiler.	Dış uyarılara karşı tepkini artması, dengenin düzelmesi.
3	Su dibinde hareketsiz kalma, uyarılara tepkini olmayışı, solungaç kapağı ve ağız hareketinin olmayışı.	Normal hareket ve yüzme dengesi.

Balıkların anesteziye giriş ve çıkış süreleri dijital bir kronometre ile izlenmiş, uyarma reaksiyonu ise plastik bir pipet yardımıyla temas etmek suretiyle belirlenmiştir. Anesteziiden çıkış sağlanıp normal yüzme durumuna geçen balıklar 48 saat boyunca 80\*35\*45 cm büyüklüğünde ve düzenli filtrasyon, havalandırma ve yemleme yapılan akvaryumda takip edilmiştir.

Araştırmada Yerel Etik Kurulu ilkelerine uyulmuştur.

**İstatiksel analizler:** Analizlerden elde edilen verilerin istatistik analizinde IBM SPSS Statistics 25.0 paket programı kullanılmış olup, ikili grup karşılaştırmalarında Bağımsız Örneklem T-Testi, çoklu grup karşılaştırmalarında varyans analizi (ANOVA) uygulanarak, ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey Testi ile belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada uygulanan dozlarda erkek ve dişi balıklarda herhangi bir ölüm gözlenmemiştir. Cunha vd., (2015) yapmış olduğu çalışmada da uyguladığımız dozlara benzer olarak dişi ve erkek balıklarda ölüm görülmemiş bu çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Araştırma materyali erkek ve dişiler akran olmalarına rağmen, aralarındaki canlı ağırlık ve vücut uzunluğu farkının cinsiyetten kaynaklanan doğal bir sonuç olduğu düşünülmektedir (Tablo 3). Benzer şekilde, anesteziye giriş ve anesteziiden çıkış süresi bakımından erkek ve dişi cinsiyetler arasında anlamlı düzeyde bulunan istatistiksel fark, erkeklerin anesteziye daha geç girdikleri ve geç çıktıkları ortaya koymuştur.

**Tablo 3.** Lepistes balıkların akvaryum sularına katılan farklı dozlardaki Karanfil yağının anesteziye giriş ve çıkış süresine etkisinin gruplar arası analizi.

**Table 3.** Intergroup analysis of the effect of different doses of Clove oil on the entrance and exit time of anesthesia to the aquarium water of guppy fish.

			Dişi $\bar{x} \pm S_x$	Erkek $\bar{x} \pm S_x$	p
Canlı ağırlık (g)	n=90		0.44±0.01	0.48±0.01	Ö
Toplam boy (cm)	n=90		3.02±0.03	3.61±0.03	Ö
Anesteziye giriş süresi (sn)	1 cc/L	n=30	123.03±4.87 <sup>a</sup>	154.93±6.23 <sup>b</sup>	Ö
	1.5 cc/L	n=30	109.50±3.16 <sup>a</sup>	136.07±5.28 <sup>b</sup>	Ö
	2 cc/L	n=30	89.20±3.01 <sup>a</sup>	110.40±3.54 <sup>b</sup>	Ö
Anesteziiden çıkış süresi (sn)	1 cc/L	n=30	186.20±8.98 <sup>a</sup>	330.20±12.72 <sup>b</sup>	Ö
	1.5 cc/L	n=30	216.70±8.75 <sup>a</sup>	443.20±29.40 <sup>b</sup>	Ö
	2 cc/L	n=30	249.67±8.92 <sup>a</sup>	603.87±17.03 <sup>b</sup>	Ö

$p < 0.05$ , p: Bağımsız Örneklem T-Testi, aynı satırdaki farklı harfler arasındaki fark önemlidir, Ö: Önemli, ÖD: Önemli değil.

Anesteziye giriş ve çıkış süreleri bakımından, her iki cinsiyette de doza bağlı lineer bir azalış ile anesteziye girildiği, aynı şekilde lineer bir artışla anesteziiden çıktığı görülmüştür. Sayısal değerler göz önüne alındığında özellikle anesteziiden çıkış süresinin her 3 dozaj uygulamasında da erkeklerin dişilerden yaklaşık olarak 2 kat daha fazla olduğu gözlenmiştir. Nitekim Cunha vd., (2015)

lepestes balıklarında anesteziye giriş ve çıkış sürelerinin erkek ve dişilerde değişiklik gösterdiğini; 1 ve 1.5 ml dozlarında dişilerde anesteziye giriş süresini 2.77±0.5 ile 1.32±0.2 ve aynı dozlarda erkeklerde 3.02±0.2 ile 1.65±0.2; anesteziiden çıkış sürelerini ise dişilerde 3.95±0.8 ile 3.62±0.5 ve erkeklerde 7.87±1.0 ile 6.18±0.9 olarak bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada, Hassan vd., (2016)

genç sazan balıklarında 1, 1.5 ve 2 ml/L dozlarındaki karanfil yağının anesteziye etkisini inceledikleri çalışmada, anesteziye giriş sürelerini sırasıyla 275.5±0.1, 208.0±0.3 ve 93.2±0.1; anesteziye çıkış sürelerini ise sırasıyla 229.0±0.1, 228.8±0.1 ve 239.3±0.2 olarak kaydetmişlerdir. Yine Hoshiba vd., (2015), plati süs balıklarında yaptıkları çalışmada anesteziye girilmeden önce karanfil yağının farklı dozlarını kullanmışlar ve anesteziye giriş sürelerini sırasıyla 1, 1.5 ve 2 ml/L dozlar için 1.07±0.2, 0.65±0.1 ve 0.47±0.1 dk; anesteziye çıkış sürelerini ise 3.40±0.4, 3.20±0.2 ve 4.10±0.3 dk olarak bildirmişlerdir. Bu durumun 1999 yılında Duke Üniversitesi Tıp Merkezindeki anestezi uzmanlarınca

yapılan çalışmada insanlarda da dişi bireylerin ameliyattan sonra genel anestezi kesildiğinde, erkek bireylerden neredeyse iki katı kadar daha hızlı uyandığını görmüşlerdir (Duke University Medical Center, 1999).

Cinsiyet bazında farklı dozlarda anesteziye girilmeden önce kullanılan anesteziye giriş ve çıkış süresine etkisi incelendiğinde dişilerde, anesteziye giriş süresinde artan dozlarla verilen yanıt bakımından sürenin anlamlı şekilde azaldığı; benzer şekilde anesteziye çıkış süresinin de verilen dozlarla paralel bir artış gösterdiği gözlenmiştir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Dişi lepistes balıkların akvaryum sularına katılan farklı dozlardaki Karanfil yağının anesteziye giriş ve çıkış süresine etkisinin grup içi analizi.

**Table 4.** The effect of different doses of Clove oil on female guppy fish in aquarium water on entry and exit time to anesthesia within groups.

Dozajlar	n	Anesteziye giriş süresi (sn)		Anesteziye çıkış süresi (sn)	
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	
1 cc/L	n=30	123.03±4.87 <sup>a</sup>		186.20±8.98 <sup>a</sup>	
1.5 cc/L	n=30	109.50±3.16 <sup>b</sup>		216.70±8.75 <sup>b</sup>	
2 cc/L	n=30	89.20±3.01 <sup>c</sup>		249.67±8.92 <sup>c</sup>	
	p	Ö		Ö	

p < 0.05, p: ANOVA, aynı sütunda farklı harfler arasındaki fark önemlidir, Ö: Önemli, ÖD: Önemli değil.

Anesteziye girilmeden önce kullanılan anesteziye giriş ve çıkış süresi erkeklerde de dişilere benzer bir durum gösterdiği artan dozların anesteziye giriş süresini düşürdüğü,

anesteziye çıkış süresini de artırdığı tespit edilmiştir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Erkek lepistes balıkların akvaryum sularına katılan farklı dozlardaki Karanfil yağının anesteziye giriş ve çıkış süresine etkisinin grup içi analizi.

**Table 5.** The effect of different doses of Clove oil on male guppy fish in aquarium water on entry and exit time to anesthesia within groups.

Dozajlar	n	Anesteziye giriş süresi (sn)		Anesteziye çıkış süresi (sn)	
		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$		$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	
1 cc/L	n=30	154.93±6.23 <sup>a</sup>		330.20±12.72 <sup>a</sup>	
1.5 cc/L	n=30	136.07±5.28 <sup>b</sup>		443.20±29.40 <sup>b</sup>	
2 cc/L	n=30	110.40±3.54 <sup>c</sup>		603.87±17.03 <sup>c</sup>	
	p	Ö		Ö	

p < 0.05, p: ANOVA, aynı sütunda farklı harfler arasındaki fark önemlidir, Ö: Önemli, ÖD: Önemli değil.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, lepistes balıklarında uygulanan karanfil yağının artan anesteziye girilmeden önce kullanılan anesteziye giriş sürelerinde azalmaya, çıkış zamanlarında ise artışa yol açtığını göstermiştir.

## SONUÇ

Süs balıkçılığında gerek taşıma işlemlerinde, gerekse araştırma ile ilgili yapılacak işlemlerde, en az stres oluşturacak anesteziye maddelerinin kullanılması gerekmektedir. Pahalılığı ve bulunabilirliği zor olan kimyasal anesteziye maddelerinin yerine doğal yağların anesteziye madde olarak kullanılması, araştırmacıya ve süs balığı endüstrisindeki çalışanlara kolaylık sağlayacaktır. Bu

amaçla doğal, ekonomik ve kolay bulunabilen karanfil yağının lepistes balıklarında düşük dozlarda kullanılabilirliği ortaya çıkarılmıştır.

Sonuç olarak, karanfil yağının lepistes erkek ve dişi balıklarda uygulanan her üç dozda da etkin olarak kullanılabilceği ve herhangi bir zararlı etkiye yol açmadığı görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- Ackerman, P.A., Morgan, J.D. & Iwama, G.K. (2005).** Anesthetics. <https://docplayer.net/34837852-Anesthetics-1-paige-a-ackerman-john-d-morgan-and-george-k-iwama.html>. (29.03.2020).
- Brown, L.A. (2011).** Anaesthesia for fish. *Vietfish*, 8(2), 68-70.

- Coyle, S.D., Durborow, R.M. & Tidwell, J.H. (2004).** Anesthetics in Aquaculture. <https://agrifecdn.tamu.edu/fisheries/files/2013/09/SRAC-Publication-No.-3900-Anesthetics-in-Aquaculture.pdf>. (29.03.2020).
- Cunha, L.D., Geraldo, A.M.R., Silva, V.C.D., Cardoso, M.D.S., Tamajusuku, A.S.K. & Hoshiba, M.A. (2015).** Clove Oil As Anesthetic For Guppy. *Boletim do Instituto de Pesca*, **41**(esp.), 729-735.
- Duke University Medical Center. (1999).** *Women May React To General Anesthesia Differently Than Men.* ScienceDaily. [www.sciencedaily.com/releases/1999/05/990511075505.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/1999/05/990511075505.htm). (29.03.2020).
- Fernandesa, I.M., Bastosb, Y.F., Barretob, D.S., Lourençoc, L.S. & Penhab, J.M. (2017).** The efficacy of clove oil as an anaesthetic and in euthanasia procedure for small-sized tropical fishes. *Brazilian Journal of Biology*, **77**(3), 444-450.
- Hassan, B.R., Abdulrahman, N.M. & Salman, N.A. (2016).** Physiological Impacts of Using Clove Powder And Oil as Fish Anesthetic on Young Common Carp (*Cyprinus Carpio L.*). *Basrah Journal of Veterinary Research*. **15**(3), 293-311.
- Hoshiba, M.A., Dias, R.M.S., Moreira, K.M.F., Cunha, L.D., Geraldo, A.M.R. & Tamajusuku, A.S.K. (2015).** Clove Oil and Menthol as Anesthetic for Platy. *Boletim do Instituto de Pesca*, **41**(esp.), 737-742.
- Karataş, M. (2005).** *Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri.* Nobel yayın. Fen ve Biyoloji yayınları No:772, Ankara.
- Saini, V.P., Kamble, A.D., Ojha, M.L. & Raosaheb, S.S. (2018).** Assessment of Safe Dose of Clove Oil for Using as Anesthetics in Aquaculture Operations. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*. **6**(5), 797-802.



## Estimation of Chemical Composition, *In Vitro* Digestibility and Metabolic Energy of Peanut Straw and Waste of Peanut Oil Factory [\*]

Nurcan ÇETİNKAYA<sup>1</sup> Funda ERDEM<sup>2\*</sup> Habip MURUZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Samsun, Turkey.

<sup>2</sup>Ministry of Health, Public Health Laboratory, Department of Molecular Microbiology, Samsun, Turkey.

Geliş/Received: 10.06.2020

Kabul/Accepted: 11.08.2020

How to cite: Çetinkaya, N., Erdem, F. & Habip M. (2020). Estimation of Chemical Composition, *In Vitro* Digestibility and Metabolic Energy of Peanut Straw and Waste of Peanut Oil Factory. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 335-339.

Atıf yapmak için: Çetinkaya, N., Erdem, F. & Habip M. (2020). Yerfıstığı Samanı ve Yerfıstığı Yağ Fabrikası Atıklarının Kimyasal Kompozisyonu, *İn Vitro Sindirilebilirlik ve Metabolik Enerjisinin Belirlenmesi*. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 335-339.

\*<https://orcid.org/0000-0002-9977-2937>  
<https://orcid.org/0000-0002-6006-7405>  
<https://orcid.org/0000-0002-1975-4545>

\*Corresponding author's:  
Funda ERDEM  
Ministry of Health, Public Health Laboratory,  
Department of Molecular Microbiology,  
Samsun, Turkey.  
✉: [fundaerdemtr@gmail.com](mailto:fundaerdemtr@gmail.com)  
Mobile telephone : +90 (541) 454 37 32

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate chemical composition, organic matter digestibility (OMD) and metabolic energy (ME) values of the most cultivated Osmaniye Virginia peanut variety straw, and peanut seed residue and peanut meal which are wastes of peanut oil factory in Osmaniye- Turkey for ruminant nutrition. The levels of OMD and ME of feed samples were determined by *in vitro* gas production method. The mean organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) levels of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal were estimated as following 92.10, 89.22 and 93.70%; 10.22, 23.16 and 41.25%; 2.30, 8.21 and 6.45%; 51.14, 35.27 and 28.44%; 41.72, 18.83 and 13.20%; 8.77, 6.17 and 4.71% respectively. OMD%, ME<sub>OMD</sub> and ME<sub>GP</sub> MJ/kgDM values of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal determined as 56.12, 61.38 and 71.80; 8.98, 9.82 and 11.49; 7.69, 7.03 and 8.10 respectively. The obtained results show that cultivated Osmaniye Virginia peanut variety straw, peanut seed residue and peanut meal are an excellent nutrients source to meet nutritional requirements of ruminant animals.

**Keywords:** *In vitro* digestibility, metabolic energy, nutrients, peanut straw, peanut meal, peanut seed residue.

## Yerfıstığı Samanı ve Yerfıstığı Yağ Fabrikası Atıklarının Kimyasal Kompozisyonu, *In Vitro* Sindirilebilirlik ve Metabolik Enerjisinin Belirlenmesi

\*Sorumlu yazar:  
Funda ERDEM  
Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Laboratuvarı,  
Moleküler Mikrobiyoloji Anabilim Dalı,  
Samsun, Türkiye.  
✉: [fundaerdemtr@gmail.com](mailto:fundaerdemtr@gmail.com)  
Mobile telephone : +90 (541) 454 37 32

**Öz:** Bu çalışmanın amacı Osmaniye-Türkiye’de yetiştirilen en iyi kültürü yapılmış Osmaniye Virjinya yer fıstığı çeşidinin samanı ve yerfıstığı yağ fabrikası atıklarından elek altı tohum ve fıstık küspesinin kimyasal kompozisyonu, organik madde sindirilebilirliği (OMS) ve metabolik enerji (ME) değerlerinin ruminant besleme için belirlenmesidir. Yem örneklerinin OMS ve ME değerleri *in vitro* gaz üretim metodu ile belirlendi. Yerfıstığı samanı, elek altı ve fıstık küspesinin ortalama organik madde (OM), ham protein (HP), ham yağ (HY), nötral deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) seviyeleri sırasıyla % 92.10, 89.22 ve 93.70; % 10.22, 23.16 ve 41.25; % 2.30, 8.21 ve 6.45; % 51.14, 35.27 ve % 28.44; % 41.72, 18.83 ve 13.20; % 8.77, 6.17 ve % 4.71 olarak hesaplandı. Yerfıstığı samanı, elek altı tohum ve küspenin % OMS, ME<sub>OMS</sub> ve ME<sub>GP</sub> MJ/kgDM değerleri sırasıyla 56.12, 61.38 ve 71.80; 8.98, 9.82 ve 11.49; 7.69, 7.03 ve 8.10 olarak belirlendi. Bulunan sonuçlar, yetiştirilen Osmaniye Virginia fıstık çeşidinin samanı, elek altı tohumu ve küspesinin ruminant hayvanların beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için çok iyi bir besin maddeleri kaynağı olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Besin maddeleri, *In vitro* sindirilebilirlik, metabolik enerji, yerfıstığı samanı, yerfıstığı küspesi, yerfıstığı elek altı tohum.



## INTRODUCTION

Peanut is an essential crop in tropics and subtropical regions worldwide. The largest producers of peanuts are China, India, the USA, and certain African countries (Stalker & Wilson, 2015). Peanuts (*Arachis hypogaea*) are mostly produced in Adana and Osmaniye province of Turkey, and total peanut production was 424.000 tonnes in the year 2019 (TUIK, 2019). Consequently, the peanut straw production corresponded nearly 424.000 tonnes per year.

Peanuts (*Arachis hypogaea*) are an annual legume and mainly produced for human consumption due to its high protein and energy content; however, there are a considerable amount of peanut crop residue sources for livestock feeding left after harvesting the seeds (Hill, 2002; Pande et al., 2003). Since peanut forage contains a high level of protein, it been used as a ruminant feedstuff (Garduno-Lugo & Olvera-Novoa, 2008). Besides, Peanut meal is the product that remains after the extraction of oil from peanuts, and it been used as a protein-rich feed source for animal nutrition. Hence peanut straw, the residue of seeds and peanut meal are considered as by-products of peanut production (Feedipedia, 2017).

Peanut seeds contain a high amount of nutrients such as 50% fatty acids, 25% protein and 10% nitrogen-free extract. Average crude protein, nitrogen-free extract and mineral contents of peanut meal are 45, 24 and 5.5 % respectively (Arioglu, 2013). Perennial peanut forage is highly nutritious for beef and dairy cattle, and goats. It was reported in another study that the digestibility of peanut straw produced in Aydın, Turkey was higher in goats than sheep (Sevim, 2013). Khan et al. (2012) showed that peanut straw (*Arachis hypogaea L.*) might be an excellent alternative forage source for sheep nutrition. Blummel et al. (2005) reported that peanut straw is a -an excellent roughage source for sheep because of its higher organic matter digestibility and protein content. The nutritional quality of perennial peanut appears to be as good as alfalfa for ruminant animals (Hernández-Garay et al., 2004). Recently reported mean CP, EE, ash and the crude fiber content of peanut straw were 4.93%, 0.43%, 7.95% and 17.8%, respectively (Amuridin et al., 2019).

*In vitro* gas production technique has been widely used to determine organic matter digestibility and to estimate the metabolic energy (ME) of feedstuffs (Menke & Steingass, 1988; Contreras-Govea et al., 2013).

The feeding values of peanut by-products have been affected by environmental factors such as genetic varieties, soil structure, and irrigation. At the time of harvesting large quantities of peanut straw and after oil extraction, peanut meal become available for feeding ruminants, Still, the nutritive values of peanut mostly Virginia variety produced in Osmaniye, Turkey were not

well reported. The objective of this study was to evaluate the chemical composition, *in vitro* digestibility and ME values of the most cultivated variety peanut straw, peanut seed residue and peanut meal in Osmaniye province of Turkey.

## MATERIAL AND METHOD

**Animal material:** The rumen fluid was collected from slaughtered cattle in Florya Meat Joint-Stock Company, Samsun, Turkey. Beef cattle were fed by grass hay (97 g CP/kgDM; 6 MJ ME/kg DM) ad libitum and 10 kg of a compound feed twice in a day in the morning and evening time. The compound feed contained 135 g CP, 11 MJ ME/kg DM. Ruminant content was directly collected to anaerobically prepared with continuously CO<sub>2</sub> flushing into preheated thermos flask at 39 °C. It was transported immediately from Florya slaughterhouse to the Ruminant Feed Evaluation Laboratory of OMU Faculty of Veterinary Medicine Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases. Collected ruminal content was strained through two or three layers of cheesecloth and kept at 39 °C under a CO<sub>2</sub> atmosphere till using for *in vitro* gas production method.

**Feed material:** Peanut straw, seed residue and peanut meal samples were collected from Osmaniye province in Turkey. The quadruple samples from collected peanut straw, peanut seed residue and peanut meal were used for each analysis (n=20). Peanut straw, peanut seed residue and peanut meal samples were milled passing through a 1 mm sieve for chemical and mineral analysis and *in vitro* gas production method.

**Chemical composition analysis:** Chemical composition analysis was carried out in the Chemical Analysis Laboratory of OMU Faculty of Veterinary Medicine Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases. OM, CP, EE and ash contents of ground peanut by-product samples were determined according to AOAC methods (AOAC, 2006). CP was calculated as N x 6.25. NDF, ADF and ADL contents of peanut by-products were determined by using ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) using the method described by Van Soest et al., (1991). ME<sub>ADF</sub> (MJ/kg DM) was estimated by the equation given below (Kirchgessner et al., 1977).

$$ME_{ADF}, \text{ MJ/kg KM} = 14.60 - 0.13 \times \text{ADF}$$

***In vitro* gas production method:** *In vitro* gas production experiment was carried out in the Ruminant Feed Evaluation Laboratory of Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Ondokuz Mayıs University. The ANKOM RF gas production system (Ankom RF Gas Production

System, Ankom Technology, NY, USA) was used for measuring gas production. System parts are an incubator, 12 modules with 250 mL capacity, and recording computer. The produced gas pressure was recorded at 5 minutes intervals by using ANKOM RF gas production system program.

Approximately 1 g of ground samples were weighed and put into 12 modules. The prepared artificial saliva (Menke & Steingass, 1988) was mixed with rumen fluid 4:1. A mixture of 100 mL of this solution was added to a preheated sample containing modules under anaerobic conditions by continuously flushing CO<sub>2</sub>. Then modules transferred to the incubator at a temperature about 39 °C and pH about 6.5 to 6.8, and *in vitro* gas production system was started. The average cumulative pressure values were recorded at 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours, and these values were converted to mL of gas at standard temperature and pressure.

OMD %, ME<sub>GP</sub>, and ME<sub>OMD</sub> (MJ/kg DM) values of samples were estimated from gas measured by *in vitro* method at 24 h by using the below equations (Menke & Steingass, 1988).

$$ME_{GP}(\text{MJ/kg DM})=2.2+0.136 GP+0.057CP+0.0029 EE \quad (1)$$

$$OMD (\%)=57.2+0.365 GP+0.304 CP-1.98 ADL \quad (2)$$

$$GP (\text{mL}/200 \text{ mg DM})$$

$$ME_{OMD}(\text{MJ/kg DM})=0.16 OMD \quad (3)$$

OMD: Organic matter digestibility

ME<sub>GP</sub>: Metabolisable energy calculated from gas production

ME<sub>OMD</sub>: Metabolisable energy calculated from organic matter digestibility.

**Statistical analysis:** One-Way analysis of variance and multiple comparisons among DM, Ash, OM, CP, EE, NDF, ADF, ADL, GP, OMD and ME values of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal means were performed by Duncan's new multiple ranges (SAS, 2007). Means differences were considered significant at P<0.01.

## RESULTS AND DISCUSSION

Chemical composition of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal is shown in Table 1. The CP content was found to be 10.22, 23.16 and 41.25 % of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal, respectively. Statistically significant differences were found between the CP mean values of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal (P<0.01). The mean CP level of peanut straw (%) was quite higher than previously reported mean CP (4.93%), however. ash contents were similar to each other (Amuridin et al., 2019). As the protein value of the feedstuff increases, the value of the feedstuff is considered as high-quality feed. However,

bacteria in the rumen have been reported to need at least 10 % protein - to perform microbial activities (Norton, 2016). In the present study, any of the peanut by-products investigated contains more than 10 % CP. The obtained mean CP levels of peanut straw were similar to previously reported values for peanut NC-7 variety straw (Ozyigit & Bilgen, 2013). The mean CP levels of peanut meals collected from 17 different peanut oil extracting factories were given as 45.6 ± 2.8 % in the range of 40.1% - 50.9% (Batal et al., 2005). Since peanut seed residues contain high CP, it may be used as a good source for animal nutrition.

**Table 1.** Chemical composition of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal (mean ± SE, n=20).

Crude nutritive values (%)	Peanut straw	Peanut seed residue	Peanut meal
DM	93.01±0.15	91.8±0.23	92.28±0.21
Ash	7.90 <sup>a</sup> ±0.09	10.78 <sup>a</sup> ±0.11	6.3 <sup>a</sup> ±0.05
OM	92.1 <sup>b</sup> ±0.08	89.22 <sup>c</sup> ±0.15	93.70 <sup>a</sup> ±0.10
CP	10.22±0.14	23.16 <sup>b</sup> ±0.12	41.15 <sup>a</sup> ±0.13
EE	2.30 <sup>c</sup> ±0.08	8.21 <sup>a</sup> ±0.04	6.45 <sup>b</sup> ±0.09
NDF	51.14 <sup>a</sup> ±0.10	35.27 <sup>b</sup> ±0.08	28.44 <sup>a</sup> ±0.10
ADF	41.72 <sup>a</sup> ±0.08	18.83 <sup>b</sup> ±0.09	13.20 <sup>a</sup> ±0.12
ADL	8.77 <sup>a</sup> ±0.11	6.17 <sup>b</sup> ±0.13	4.71 <sup>c</sup> ±0.14
ME, MJ/kg DM	9.18 <sup>b</sup> ±0.04	9.38 <sup>b</sup> ±0.03	12.88 <sup>a</sup> ±0.05

<sup>a,b,c</sup> Row means with different superscripts differ significantly at P< 0.01DM: Dry Matter, OM: Organic Matter, CP: Crude Protein, EE: Ether Extract, NDF: Neutral Detergent Fiber, ADF: Acid Detergent Fiber, ADL: Acid Detergent Lignin, ME: Metabolic Energy, n: Number of samples.

The determining crude oil or EE values of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal were 2.30, 8.21 and 6.45%, respectively. The differences between the mean values of peanut by-products were significantly different (P<0.01). The estimated mean EE value of peanut meal was higher than the values reported by Heuze et al., (2016). This situation may be due to the different techniques used for seed processing in oil production factories. Necessary attention has to be paid when the high fat containing feedstuffs like peanut seed residue was used in ruminant animals diet because they may suppress rumen cellulolytic bacteria and cause impairment on digestibility of plant cell wall components (Van Soest, 1994). Feroni et al. (2015) showed that palm oil diet impaired ruminal function parameters without contributing effectively in providing unsaturated fatty acid into the duodenum of beef cattle.

The obtained mean ash levels of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal were 7.90, 10.78 and 6.30% consecutively. Differences between mean values of peanut by-products were significant (P<0.01). Ash% values of peanut production by products are consistent with the values reported by Etela et al., (2011). It has been shown that the by-products of peanut Osmaniye Virginia variety production can be used as animal feedstuffs in terms of ash content of straw, peanut seed residue and peanut meal.

In our study, the obtained mean NDF, ADF and ADL levels of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal were 51.14, 35.27 and 28.44%; 41.72, 18.83 and 13.20%; 8.77, 6.17 and 4.71%, respectively. Differences between NDF, ADF and ADL mean values of peanut by-products were significant (P<0.01). The

components of the cell wall found in the structures of plant originated feed especially lignin, determine the digestibility of feedstuffs (Van Soest, 1994). Feed intake is directly related to NDF content. However, ADF content of feeds determines their digestibilities. The estimated NDF, ADF and ADL mean values of peanut by-products were found similar to values previously reported and summarized in Feedipedia (2017). ME<sub>ADF</sub> contents of peanut by-products were 9.18, 9.38 and 12.88 MJ/kg DM, consecutively. The highest ME<sub>ADF</sub> value was determined for peanut meal. Differences in mean values were significantly important for peanut by-products (P<0.01).

The cumulative Ppsi, cumulative GP mL, OMD %, ME<sub>OMD</sub> (MJ/kg DM) and ME<sub>GP</sub> (MJ/kgDM) values of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal estimated by using of *in vitro* gas production method is presented in Table 2. Mean Ppsi, cumulative GP ml/200 mg DM, OMD %, ME<sub>OMD</sub> (MJ/kg DM) and ME<sub>GP</sub> (MJ/kg DM) were 14.58, 10.36 and 12.63 Psi; 36.12, 25.66 and 31.29 mL; 56.12, 61.38 and 71.80%; 8.98, 9.82 and 11.49 MJ/kg DM; 7.69, 7.03 and 8.81 MJ/kg DM, respectively. There were statistically significant differences between of peanut by-products *in vitro* gas production parameters (P<0.01). The major causes of the differences in gas production, OMD and ME values of peanut by-products because of the substantial differences in the estimated amount of CP, EE, NDF, ADF and ADL levels of peanut by-products. The estimated mean OMD and ME values of peanut Osmaniye Virginia straw, seed residue and meal were in the range of previously reported levels (Batal et al., 2005; Feedipedia, 2017).

**Table 2.** Cumulative gas production volume at 24 h (P<sub>psi</sub> and GP<sub>mL</sub>), organic matter digestibility (OMD) and metabolic energy (ME<sub>OMD</sub> and ME<sub>GP</sub>) values of peanut straw, peanut seed residue and peanut meal (mean ± SE, n=20).

Gas production parameters	Peanut straw	Peanut seed residue	Peanut meal
P <sub>psi</sub>	14.58 <sup>a</sup> ±0.15	10.36 <sup>a</sup> ±0.17	12.63 <sup>b</sup> ±0.13
GP <sub>mL</sub>	36.12 <sup>a</sup> ±0.21	25.66 <sup>a</sup> ±0.22	31.29 <sup>b</sup> ±0.29
OMD%	56.12 <sup>a</sup> ±0.09	61.38 <sup>b</sup> ±0.13	71.80 <sup>b</sup> ±0.16
ME <sub>OMD</sub> (MJ/kgDM)	8.98 <sup>a</sup> ±0.05	9.82 <sup>b</sup> ±0.04	11.49 <sup>b</sup> ±0.06
ME <sub>GP</sub> (MJ/kgDM)	7.69 <sup>a</sup> ±0.10	7.03 <sup>a</sup> ±0.09	8.81 <sup>a</sup> ±0.14

<sup>a,b,c</sup>. Row means with different superscripts differ significantly at P< 0.01. n: Number of samples.

## CONCLUSION

In conclusion, the estimated nutrients, organic matter digestibility and metabolic energy of peanut Osmaniye Virginia variety straw, seed residue and meal show that these by-products may be used as a nutrient-rich feedstuff for ruminant animal nutrition.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Ondokuz Mayıs University for providing research facilities and funding (Project number: OMU. PYO.VET.1901.16.010). The

authors also thank to DVM Ozkan Sahin for peanut straw, peanut seed residue and peanut meal sample collection from Osmaniye, Turkey.

## REFERENCES

- Amirudin, Amar, A.L., Thaha, A. & Lapandjang, I. (2019).** Combination ration made of corn straw, peanut straw, gliricidia leaves and napier grass on beef cattle. *Plant Archives*, **19**(2), 835-838.
- AOAC. (2006).** Official Methods of Analysis, 18th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA, USA.
- Arioglu, H. (2013).** Peanut Production. Cukurova University. Faculty of Agriculture, Report of Department of Plant Production. Adana, Turkey.
- Batal, A., Dale, N. & Cafe, M. (2005).** Nutrient composition of peanut meal. *Journal of Applied Poultry Research*, **14**, 254-257.
- Blummel, M., Vellaikumar, S., Devulapalli, R., Nigam, S. N., Upadhyaya, H.D. & Khan, A. (2005).** Preliminary observations on livestock productivity in sheep fed exclusively on haulms from eleven cultivars of groundnut. *International Arachis Newsletter*, **25**, 55-57.
- Contreras-Govea, F.E., Muck, R.E., Broderick, G.A. & Weimer, P.J. (2013).** *Lactobacillus plantarum* effects on silage fermentation and *in vitro* microbial yield. *Animal Feed Science Technology*, **179**, 61-68. DOI: [10.1016/j.anifeedsci.2012.11.008](https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.11.008).
- Etela, I. & Dung, D.D. (2011).** Utilization of stover from six improved dual-purpose groundnuts (*Arachis hypogaea* L.) cultivars by West African Dwarf Sheep. *African Journal Food Agriculture, Nutrition and Development*, **11**(1), 4538-4545.
- Feedipedia. (2017).** Animal Feed Resources Information System INRA CIRAD AFZ and FAO © 20122016. <http://www.feedipedia.org/node/12167>. (25 Şubat 2020).
- Fiorentini, G., Carvalho, I.P.C., Messina, J.D., Canesin, R.C., Castagnino, P.S., Lage, J.F., Arcuri, P.B. & Berchielli, T.T. (2015).** Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on intake, nutrient digestion and ruminal fermentation of feedlot nellore steers. *Asian-Australas Journal Animal Science*, **28**(11), 1583-1591.
- Garduno-Lugo, M. & Olvera-Novoa, M.A. (2008).** Potential of the use of peanut (*Arachis hypogaea*) leaf meal as a partial replacement for fish meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Research*. **39**, 1299-1306. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2008.01995.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01995.x).
- Hernández-Garay, A., Sollenberger, L.E., Staples, C.R. & Pedreira, C.G.S. (2004).** Florigraze and Arbrook rhizoma peanut as pasture for growing Holstein heifers. *Crop Science*, **44**, 1355-1360.
- Heuzé, V., Thiollet, H., Tran, G., Bastianelli, D. & Lebas, F. (2016).** Peanut meal. Feedipedia, a

programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO.  
<http://www.feedipedia.org/node/699> Last updated on October 4, 2016, 10: 25

- Hill, G.M. (2002).** Peanut by-products fed to cattle. *The Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practices*, **18**(2), 295-315. DOI: [10.1016/S0749-0720\(02\)00019-1](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00019-1).
- Kirchgessener, M., Kellner, R.J., Roth, F.X. (1977).** Zur Schätzung des futterwertes mittels rohfaser und der Zellwandfraktionen der detergentien-analyse. *Landwirtsch. Forsch*, **30**, 245-250.
- Khan, M.T., Khan, N.A., Bezabih, M., Qureshi, M.S. & Rahman, A. (2012).** The nutritional value of peanut hay (*Arachis hypogaea* L.) as an alternate forage source for sheep. *Tropical Animal Health and Production*, **45**, 849–853.
- Menke, K.H. & Steingass, H. (1988).** Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research Development Separate Print*, **28**, 7-55.
- Norton, B.W. (2016).** The nutritive value of tree legumes. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Pubicat/Gutt-shel/x5556e0j.htm>. pp. 1-10. (20.02.2020).
- Ozyigit, Y. & Bilgen, M. (2013).** Forage potential of some groundnuts (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Romanian Agriculture Research*, **30**, 57-63.
- Pande, S., Bandyopadhyay, R., Blummel, M., Narayana, Rao J., Thomas, D. & Navi, S.S. (2003).** Disease management factors influencing yield and quality of sorghum and groundnut crop residues. *Field Crops Research*, **84**, 89-103. DOI: [10.1016/S0378-4290\(03\)00143-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00143-6).
- Sevim, O. (2013).** *Influence of slow-release nitrogen and different source of non-structural carbohydrates supplementation to groundnut straw on digestibility and some rumen parameters in sheep and goats*. Adnan Menderes University Faculty of Veterinary Medicine. Animal Nutrition and Nutritional Diseases. Ph.D. Thesis, Aydın, Turkey.
- Stalker, T. & Wilson, R.F. (2015).** *Peanuts: Genetics, Processing, and Utilization*, Editör: Thomas Stalker and Richard F. Wilson. Academic Press and AOCS Press, Published by Elsevier Inc. ISBN 1630670391, 9781630670399. pp 498.
- SAS. (2007).** SAS statistic software, SAS campus drive. Cary NC, USA.
- TUIK. (2019).** [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). (25 Şubat 2020)
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D. & Lewis, B.A. (1991).** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. **74**, 3583-3597. DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Van Soest, P.J. (1994).** *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p.



## Afyonkarahisar İlinde Yırtıcı Kuşların Ateşli Silah Yaralanmaları Üzerine Bir Araştırma [\*]

Emine Hesna KANDIR<sup>1,2\*</sup> Hüseyin KOÇAK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Yaban Hayvanı Hastalıkları ve Ekoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye  
<sup>2</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Yaban Hayatı Kurtarma Rehabilitasyon Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar, Türkiye  
<sup>3</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Sosyoloji Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

Geliş/Received: 02.06.2020

Kabul/Accepted: 29.07.2020

Atıf yapmak için: Kandir, E.H. & Koçak, H. (2020). Afyonkarahisar İlinde Yırtıcı Kuşların Ateşli Silah Yaralanmaları Üzerine Bir Araştırma. *Anadolu Çevre ve Hayv. Dergisi*, 5(3), 340-347.

How to cite: Kandir, E.H. & Koçak, H. (2020). A Research on Gun Shooting Injuries of the Raptors in Afyonkarahisar. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 340-347.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0002-2712-6792>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-2648-4384>

**\*Sorumlu yazarın:**

Emine Hesna KANDIR  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner  
Fakültesi, Afyonkarahisar, TÜRKİYE.  
✉: [hesahin@aku.edu.tr](mailto:hesahin@aku.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (505) 346 06 35

**Öz:** Bu araştırma; ekosistemde düzenleyici olarak hizmet gören, tarım zararlılarının kontrolünde, leş, atık yok etmede büyük görevler üstlenen yırtıcı kuşların, ateşli silahla yaralanmalarının sebepleri ve alınabilecek önlemlerin tespiti amacıyla 2018 yılında gerçekleştirilmiştir. Afyon Kocatepe Üniversitesi Yaban Hayatı Kurtarma Rehabilitasyon Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezine tedavi amacıyla getirilen yırtıcı kuşlarda, ateşli silah ile yaralanma vakalarının yoğunluğu dikkat çekici olduğundan bu proje tasarlanmıştır. Çalışmada yırtıcı kuşların vurulma sebeplerini ortaya koymak üzere metot olarak nitel bir değerlendirme olan “Odak Grup Görüşmesi” tekniği uygulanmıştır. Projenin araştırma materyalini ise ateşli silah kullanımları ve doğaya yakınlıklarından dolayı avcı grupları oluşturmuştur. Onar kişiden oluşan 5 farklı grup, odak grup görüşmesine davet edilmiştir. Görüşmede katılımcılara genelden özele doğru sekiz adet ucu açık soru yöneltilmiştir. Araştırma soruları ile katılımcıların yırtıcı kuş algısı, yırtıcı kuşlara neden ateş edildiğine dair düşünceleri ve soruna karşı çözüm önerileri değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda; katılımcıların yırtıcı kuşları yeterince tanıdıkları ve ekosisteme katkılarını bildikleri tespit edilmiştir. Katılımcılar tarafından yırtıcı kuşların avcı kuş olmalarından dolayı güvercin ve kümes hayvanı yetiştiricileri tarafından vurulabileceği, bilinçsiz avcılar ve acemi silahlılar tarafından canlı hedef tahtası olarak görülebileceği, tahnit koleksiyoncularının ve bazı batıl inanışların etkisinin olabileceği bildirilmiştir. Sorunun çözümü için; çocuklar, avcılar ve özellikle kırsal alanda yaşayanlar için yırtıcı kuş farkındalığı oluşturacak eğitim programlarının ve medya paylaşımlarının hazırlanması, denetleme sisteminin geliştirilmesi, cezaların caydırıcı olması, atış poligonlarının kurulmasının önemli olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak yırtıcı kuşların tarım dostu olmalarından ve ekosistem sağlığını korumalarından yola çıkılarak, önemlerinin vurgulanmasına, koruma tedbirlerinin alınmasına, habitat desteklemelerinin sağlanmasına ve bilinçli bir toplumun oluşturulmasına yönelik daha birçok araştırmaya ihtiyaç vardır.

**Anahtar kelimeler:** Ateşli silah, ekosistem sağlığı, odak grup görüşmesi, tarım dostu, yırtıcı kuş.

## A Research on Gun Shooting Injuries of the Raptors in Afyonkarahisar

**Abstract:** This research has been carried out for the purpose of determining the causes of injuries of the raptors and measures to be taken, which serve as a regulator in the ecosystem by the control of agricultural pests and eating carcass and waste in 2018. The project has been planned since the number of injury cases with gun shooting have been remarkable for the raptors brought for treatment to the Center of Wildlife Rescue Rehabilitation Education Practice and Research in Afyon Kocatepe University. In the study, the “Focus Group Interview” technique which is a qualitative evaluation has been applied to reveal the reasons for the shooting of predatory birds. The research material of the project was hunter groups due to their use of guns and their proximity to nature. Five different groups of ten people were invited to the focus group discussions. From

[\*], Bu araştırma Afyon Kocatepe Üniversitesi BAP Birimi (PROJE NO: 16.KARİYER.134) tarafından desteklenen aynı isimli projeden özetlenmiştir.

[\*], This research has been summarized from the project of the same name supported by Afyon Kocatepe University BAP Unit (PROJE NO: 16.KARİYER.134).

**\*Corresponding author's:**

Emine Hesna KANDIR  
 Afyon Kocatepe University, Faculty of  
 Veterinary Medicine, Afyonkarahisar,  
 TURKEY.  
 ✉: [hesahin@aku.edu.tr](mailto:hesahin@aku.edu.tr)  
 Mobile telephone : +90 (505) 346 06 35

general to specific ones, eight open-ended questions were asked to the participants. It has been evaluated the participants' perception of predatory birds, their ideas about by whom and why they may be shot and their suggestions. As a result of the research; it has been determined that the participants know the raptors adequately and their contributions to the ecosystem. As reasons for shooting, it has been concluded that raptors can be shot by pigeon and poultry breeders and unconscious hunters since predatory birds are hunters; that they can be seen as a live target board by unconscious hunters and trainee gunmen; that they may be a target of embalming collectors, and also owls are considered as ominous. For a solution of the problem; it has been determined that it is important to prepare educational programs and media shares that will create awareness for predatory birds for children, hunters and especially adults living in rural areas; to improve the supervision systems; to impose deterrent punishments and to establish shooting ranges. In conclusion, there is much need for many more researches to emphasize the importance of the predatory bird species since they are agri-friendly and protect the health of ecosystem; to take protection measures; to provide habitat supports and to create a conscious society on this point.

**Keywords:** Agri-friendly, ecosystem health, firearm, focus group interview, raptors.

## GİRİŞ

Yeryüzünün %75 i insan baskısı altında olup, insan ayak izi yaban hayatında büyük zararlara sebep olmaktadır. Üstelik bu baskı, biyolojik çeşitliliğin yüksek olduğu yerlerde hızlı ve yaygın şekilde yoğunlaşmaktadır (Venter vd., 2016). Yırtıcı hayvanların birçoğu av ve çiftlik hayvanlarını veya insan güvenliğini tehdit ettiği gerekçesiyle insanlarla sürekli çatışma halindedir. İnsanın yaban hayatı üzerindeki olumsuz etkisi yaban hayatının insan üzerindeki olumsuz etkisini şekillendirmiştir. Bu da yaban hayvanı-insan çatışmasını doğurmuştur (Conover, 2002). Alan ve kaynaklar için insanlarla rekabet eden yırtıcı türlerin kaybı, ekolojik süreçlerin ve ekosistemlerin bozulmasına neden olmaktadır (Estes vd., 2011). Yaban hayvanlarının hastalık ve ölüm vakaları çoğunlukla insan aktiviteleri sonucunda ve doğal olmayan yollarla gerçekleşmektedir (Burton & Doblar, 2004). Özellikle yaygın yoksulluk ve zayıf kurumsallığın bulunduğu birçok gelişmekte olan ülkede yoğun av baskısı, yaban hayatı topraklarının dönüşüm ve parçalanmasına, insan ile yaban hayatı arasındaki çatışmalara neden olmaktadır (Bulte & Rondeau, 2007).

İnsanoğlu tarafından kuşların yasa dışı öldürülmesi, Avrupa da geçmişten günümüze kadar süregelen bir problemdir. Özellikle yırtıcı kuşların öldürülmelerinin sebebi, av kuşlarını avlamalarından kaynaklanmaktadır (Brochet vd., 2019). Avrupa'da yırtıcı kuşların vurulma sebepleri

- "Predatör kontrolü" maksadıyla av hayvanı koruma görevlilerinin (gamekeeper) av hayvanı tüketen yırtıcı kuşları, balık üreticilerinin balık ile beslenen kuşları, arı üreticilerinin arı ile beslenen kuşları yasa dışı avlaması,
- "Spor" adı altında avına yasal olarak izin verilen türlerin avlanması sırasında, zaman geçirmek adına yasa dışı olarak yırtıcı kuş türlerinin de vurulması,
- "Gıda" amaçlı, kişisel tüketim ya da ticari kaygılarla yasa dışı avlanma,

- "Tahnit" amaçlı, tahnit koleksiyonculuğu için yasa dışı avlanma,
- "Kafes kuşu" olarak adlandırılan yasal olmayan yollarla bazı kuşları yakalayıp, o kuşları canlı yem yaparak yırtıcı kuşları yakalamak niyetiyle (atmaca, baykuş, doğan gibi, yırtıcı kuşla avlanmak için ya da pet hayvanı olarak evde bakmak için) yapılan yasal / yasa dışı faaliyetler.

Şafak (2006) yaptığı bir çalışmada, av ve yaban hayatı yönetimindeki sorunların birçoğunun, insan yapısı ve kültürel hassasiyet alanlarının yeterince tanınmamasından kaynaklandığını bildirmiştir. Geray ve Iğircik (2002) ise Türkiye'de avlanma kültürünün henüz yerleşmediğini ve yaban hayvanlarına yönelik en önemli tehdidin avcılardan geldiğini bir çalışmalarında dile getirmiştir. Bu çalışmada; Afyonkarahisar'daki avcılarının hem de doğaya yakınlıklarından hem de tüfek taşıyan bir grup olarak temsil ettikleri anlayış ve uygulamalardan dolayı yırtıcı kuşlara yönelik algıları incelenmiş, yırtıcı kuşların ateşli silahla vurulma sebepleri tespit edilmeye çalışılmış ve mevcut sorunların çözümüne yönelik önerilerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Projede ateşli silahlara ve doğaya yakınlıklarından dolayı avcı grupları incelenmiştir. Afyonkarahisar ili ve çevresinde en yoğun yırtıcı kuş vurulma vakalarının şekillendiği Çobanlar, Döğer ve Şuhut ilçeleri ile Erenler mahallesi avcı toplulukları ve Merkez avcı derneklerinden onar kişiden oluşan beş farklı grup çalışmaya davet edilmiştir. Katılımcıların tamamı avcılık belgesi sahibi veya av ve yırtıcı kuşlar hakkında bilgi sahibidir. Toplamda elli kişi ile görüşme sağlanmıştır. Araştırmada derinlemesine ve detaylı bilgi elde edinmede kullanılan "Odak Grup Görüşmesi", önceden belirlenmiş bir konu üzerine yine önceden belirlenmiş bir grup katılımcının uygun bir ortamda düşünce ve algılarını

öğrenmek üzere gerçekleştirilen nitel bir metottur (Krueger & Casey, 2000; Şahsuvaroğlu & Ekşi, 2008). Görüşmede katılımcılara genelden özele sekiz adet ucu açık soru yöneltilmiştir. Görüşmeler, 2018 yılı Kasım ve Aralık ayları içerisinde, her grup için farklı günlerde gerçekleştirilmiştir. Proje yürütücüsü moderatör, yardımcı araştırmacı da raportör olarak görev almıştır.

Görüşme öncesi katılımcılara projeye katılım sağladıklarına dair onam belgesi imzalatılmıştır. Görüşmeler hem sesli hem de yazılı olarak katılımcıların izni ile kayıt altına alınmıştır. Moderatörün açılış konuşmasının ardından her bir katılımcı birkaç dakikalık süre ile kendini tanıtmış ve sorulara geçilmiştir. Görüşmede katılımcılara sorulan sorular ve sorulma sebepleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Odak grup görüşmelerinde sorulan sorular.

NO	SORU	SORULMA NEDENİ
1.	Yırtıcı kuş nedir? Ne ile beslenir?	Yırtıcı kuş algısının ve bilinç düzeyinin ölçmek
2.	Hangi yırtıcı kuşları biliyorsunuz?	
3.	Yaşadığınız bölgede hangi yırtıcı kuşlar vardır?	
4.	Sizce yırtıcı kuşların ekolojik sisteme katkısı var mıdır?	
5.	Sizce yırtıcı kuşların ekolojik sisteme katkısı neler olabilir?	
6.	Yırtıcı kuşlara sizce neden ateş ediliyor?	Yırtıcı kuşlara ateş edilme nedenlerini tespiti etmek
7.	Yırtıcı kuşlara sizce kimler ateş ediyor?	
8.	Yırtıcı kuşları nasıl koruyabiliriz?	Soruna dair çözüm ve öneriler getirmek

Soru ve cevapların ardından eklemek istedikleri bir şey olup olmadığı sorulmuş ve akabinde görüşme tamamlanmıştır. Her katılımcı 10-15 er dakikalık zaman dilimi içerisinde fikrini beyan etmiştir. Her bir toplantı ortalama 2-2.5 saatlik sürede tamamlanmış ve katılımcılara teşekkür edilerek toplantı sonlandırılmıştır.

**İstatistiksel analiz:** “Odak Grup Görüşmesi” metodu nitel bir veri toplama yöntemidir. Veri değerlendirmelerinde sayısallaştırmaya, sonuçları verirken yüzde, frekans ya da istatistiksel testlere ya da tablolara ihtiyaç duyulmamaktadır (Çokluk vd., 2011). Bu sebeple çalışmada istatistiksel analiz yapılmamıştır.

## BULGULAR

Mülakatlar ve odak grup görüşmeleriyle elde edilen veriler sınıflandırılarak aşağıda sunulmuştur.

**Demografik Bilgiler:** Araştırmaya katılan kişiler 19-62 yaş aralığındadır. Ağırlıklı yaş aralığı 31-40 yaş olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Meslek dağılımlarına göre katılımcıların %14 emekli, %24 esnaf, %14 memur, %24 serbest çalışan, %20 çiftçi, %4’ü de öğrencidir.

**Tablo 2.** Katılımcıların yaş dağılımları.

Yaş	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70
Sayı	2	20	14	13	1
%	4	40	28	26	2

Katılımcıların eğitim durumları; %36’sı ilkököl, %12’si ortaokul, %34 lise, %18’de üniversite eğitilmiştir.

**Tablo 3.** Katılımcıların meslek dağılımları.

Meslek	Emekli	Esnaf	Memur	Serbest	Çiftçi	Öğrenci
Sayı	7	12	7	12	10	2
%	14	24	14	24	20	4

**Tablo 4.** Katılımcıların eğitim seviyesi dağılımları

Eğitim	İlkokul	Ortaokul	Lise	Üniversite
Sayı	18	6	17	9
%	36	12	34	18

Katılımcıların %60’sı atadan avcılığa meraklı olduklarını, çocuk yaşta aileden göyerek avcılığa başladıklarını bildirmişlerdir. %34’ü ise, ailelerinde avcı olmadığı halde sosyal çevrelerindeki avcı arkadaşlarından etkilendiklerini ifade etmişlerdir. Yüzde 6’lık kesim ise avcı olmadıklarını belirtmişlerdir.

**Tablo 5.** Katılımcıların avcılığa eğilim sebepleri.

Eğilim	Atadan	Sosyal Çevre	Avcı Değil
Sayı	30	17	3
%	60	34	6

Katılımcıların avcılık hayatları ise 0-50 yıl arasında değişmekle birlikte ağırlık 1-10 yıl arasında bulunmuştur.

**Tablo 6.** Katılımcıların avcılık süreleri (yıl).

Süre (Yıl)	0	1-10	11-20	21-30	≥31
Sayı	3	19	15	8	5
%	6	38	30	16	10

**Mülakat Sorularının Genel Değerlendirilmesi:** Beş odak grup görüşmesine ait derlenen tüm veriler genel değerlendirme ile aşağıdaki başlıklarda sunulmuştur.

**Odak Gruplarda Yırtıcı Kuş Algısı ve Bilinç Düzeyi:** Tüm gruplardaki katılımcılar “yırtıcı kuş: et yiyen ve avcı kuştur” tanımında birleşmiştir. Alıcı kuş, temizleyici memur ve hizmet eden kuş tanımlamaları ile yırtıcı kuşların ekosistemdeki görevlerine dair ortak yorumlar da yapılmıştır. Katılımcılar, yırtıcı kuşların fare, yılan, çekirge ve serçe gibi hızlı çoğalan, yerleşim yerlerinde sorun oluşturabilen türlerle beslenmesinin ekosistemde denge sağladığını belirtmiştir. Ayrıca, katılımcılar avcı kuşların özellikle hasta hayvanları yakaladıklarını, akbabalar gibi leşçil hayvanların ise hastalıklı leşleri tüketerek ekosistem sağlığına faydalı olduklarını beyan etmiştir. Her odak grubunun konuya dair algısı birbirine benzer olmuştur. Ancak Afyon merkez avcılar grubu diğer gruplardan farklı olarak, yırtıcı kuşların bölgedeki kimyasal kirlilik ve zehirlenme faktörlerinden

en hızlı etkilenen türler olarak çevre için “gösterge türler” olduğunu belirtmiştir.

Odak Grupların tür bazında isim olarak tanıdıklarını ifade ettikleri yırtıcı kuşlar; Kartal, Kerkenez, Gökdoğan, Bozdoğan, Kızıl şahin, Şahin, Saz delicesi, Ak çaylak, Doğan, Atmaca, Çakır, Puhu, Kukumav, Balık kartalı ve Kaya kartalı şeklinde sıralanmıştır. Afyon merkez avcı derneği üyelerinden oluşan grup 15 farklı tür ile en fazla yırtıcı kuş türü bilgisine sahiptir. Bunu 10 tür ile Şuhut bölgesi, 7’şer tür ile Erenler ve Döğer bölgeleri ve 6 tür ile Çobanlar takip etmiştir. Afyon Merkez dernekleri odak grubunda tür bilgisinin diğer gruplardan yüksek olması, yırtıcı kuşlar hakkında bilgi ve tecrübesi olan ve atmaca avcılığı belgesi bulunan katılımcıdan kaynaklanmıştır.

Görüşmeler sonucunda Baykuşlara kimi bölgelerde uğur ve kimi bölgelerde ise uğursuzluk atfedildiği ve bu durumun aynı bölge içinde yaşayan kişilere göre değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Genel olarak “yırtıcı kuş algısı” tüm gruplarda pozitif bir bakış açısı ortaya koymaktadır. Hatta görüşmelerin hiçbirinde yırtıcı kuşların, avcılar için önem taşıyan keklik, tavşan ve bildircin gibi av türlerini de avladıkları dile getirilmemiştir. Şuhut Bölgesi katılımcılarının bulunduğu toplantıda yırtıcı kuşların, insanlara hem faydası hem de zararı olduğu faydalarının zararından daha fazla olduğu belirtilmiştir. Olumlu örnek olarak hızlı çoğalan zararlı popülasyonların hasadında görev alması verilmiş, zararlı olması konusuna ise örnek verilememiştir. Ancak “avcı, avcıyı pek sevmez” tanımı da bu görüşmede ortaya çıkmıştır.

Çobanlar bölgesine ait odak grup görüşmesinde diğer gruplarda bahsi geçmeyen dikkat çekici iki durum ifade edilmiştir. Bunlardan birincisi “yırtıcı kuşlar hastalandıklarında kolay av bulmak amacı ile yerleşim yerlerine gelerek güvercin ve civciv gibi kümes hayvanlarına saldırdıkları, ikincisi ise “yırtıcı kuşun avcıyı tanıdığı, tüfek sesini bildiği ve avcı avlandığında, avı almak için avcıdan önce davrandığı ve avı kapıp kaçtığı” şeklindedir.

**Yırtıcı Kuşlara Ateş Edilme Nedenleri:** Tüm odak gruplarda yırtıcı kuşlara neden ateş edildiğine dair görüşler;

1. Yırtıcı kuşların kolay av olarak gördükleri ve bir kez av almaya alıştıkları zaman devamlı ziyaret ettikleri kümeslerdeki güvercin ya da kümes hayvanlarının sahipleri tarafından hayvanlarını korumak adına ateş edilebildiği,

2. Avcı, avcıyı pek sevmez bakış açısı ile av hayvanlarını yırtıcı kuşlarla paylaşmak istemeyen bilinçsiz avcılarının, aynı av hayvanlarını avlayarak beslenen yırtıcı kuşların avlanmalarını engellemek için ateş edebildikleri,

3. Yırtıcı kuşların çoğunlukla yol güzergahlarında bulunan tarlalarda elektrik direkleri veya ağaç tepelerinde tünelerle av bekliyor olmaları ve kolay fark edilmeleri kimi zaman acemi avcılar kimi zaman da yeni aldığı tüfeği denemek isteyen bilinçsiz şahıslar tarafından canlı hedef tahtası olarak gördükleri,

4. Baykuşlar hakkında olumsuz hurafe bilgilerin varlığı ve kimi zamanda sessiz uçmalarından dolayı av hayvanı ile karıştırılıp ateş edilebildiği,

5. Kimi yöresel avcılık alışkanlıklarına göre o gün, av hayvanına rastlamayıp hiç fişek atmadan eve dönmek istemeyen avcılarının karşılaştıkları ilk yırtıcı kuşa ateş edebildikleri,

6. Kuş tahniti meraklılarının ve tahnit koleksiyoncularının tahnit yapmak üzere yırtıcı kuşlara ateş edebildikleri,

7. Köylerde her evde tüfek bulundurma alışkanlığının olmasından dolayı avcı belgesi olmayan kişilerin ya da gençlerin tüfek kullanımına özenmeleri ve hedef olarak yırtıcı kuşları seçmeleri,

8. TV de avcılık üzerine yayın yapan kanallar ve programların, kişileri avcılığa özendirildiği ve bu kişilerin kolay ve ruhsatsız şekilde edindikleri tüfekler ile avcılığa kolay hedef olarak gördükleri yırtıcı kuşlar ile başladıkları şeklindedir.

**Soruna Dair Çözüm ve Öneriler:** Tüm odak grup görüşmelerinde birbiri ile benzer öneriler gelmiştir. Bunlar temelde şu başlıklar altında toplanmıştır;

#### **Eğitim Faaliyetleri;**

1. Çocuklardan başlayarak her yaş grubundan insanlara gerekirse köy kahvelerine ve odalarına gidilerek, doğal hayatı koruma ve yırtıcı kuşlar hakkında bilgilendirme çalışmalarının yapılması,

2. Avcı eğitimlerinin köylere kadar gelmesinin ve köylüye avcılık belgesi verilmesinin kolaylaştırılmasının avcı bilinç düzeyinin artırılması,

3. Avcı eğitim müfredatında yırtıcı kuşlara ve ekolojik sistemdeki önemlerine yer verilmesi,

4. Yaygın görsel medyada kamu spotları oluşturulması ve reklam panolarına yaralı yırtıcı kuş fotoğraflarının asılması ile daha geniş kitlelere ulaşarak toplumda bilinçlendirmenin sağlanması,

5. Aile içinde de çevre bilinci eğitiminin verilmesi gerektiği, vicdanlı insan yetiştirilmesinin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

#### **Denetim ve Ceza Faaliyetleri;**

1. Kaçak avcılık denetimlerinin artırılmasının, Jandarmanın görev ve sorumluluklarının bu konuda genişletilmesinin ve çevre timlerinin sayısının artırılmasının, avcı takip timi kurulmasının sorunu azaltabileceği,



2. Avcılık kontrollerinin özel sektöre ihale edilmesinin ve avcı kontrol, koruma timlerinin kurulmasının kaçak avcılığı azaltabileceği,

3. Avcı denetimlerinin sadece av sezonunda değil özellikle kuşların üreme sezonlarında hatta yıl boyu yapılması gerektiği,

4. Fahri müfettişlik ve avcı kulübü yetki sisteminin şekillendirilmesinin kaçak avcılığı azaltacağı,

5. Ceza ücretlerinin caydırıcı şekilde yükseltilmesi gerektiği,

6. Kayıt dışı tüfek satışlarının engellenmesi, ruhsat almanın kolaylaştırılması ve kontrollerin artırılması, bayilerin fişek kota sınırlarına uymalarının denetlenmesi, tüm denetlemelerin daha sıkı yapılması,

7. Av programlarının izlendiği televizyon kanallarının olumsuz örnek oluşturduğu ve insanları avcılığa ve tüfek kullanımına özendirdiği, bu tür kanalların kapatılması gerektiği,

8. Birçok insanın tüfek kullanmaya ve atış yapmaya meraklı olduğu özellikle gençlerin bu konudaki ilgilerini olumlu bir alana yönlendirerek, atış poligonlarına dikkatlerinin çekilmesi, atış poligonlarının kurulması, sayılarının artırılması, trap yarışlarının sıklıkla düzenlenmesi ve bu tür poligonlara girişlerin makul fiyatlı ve kolay olmasının doğadaki yırtıcı kuşların vurularak öldürülme vakalarını azaltacağını bildirmişlerdir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

İngiltere’de RSPB (Royal Society for the Protection of Birds - Kraliyet Kuşları Koruma Topluluğu) tarafından açıklanan Kuş Suçları raporunda (Birdcrime report) (2017), yırtıcı kuş katliamının İngiltere’de bir sorun olduğu ve kuşların kasten vurulduğu, zehirlendiği ve tuzağa düşürüldüğü anlatılmaktadır. Raporda özellikle gökdoğanların İngiltere’de en çok vurulan yırtıcı kuş türü olduğu bildirilmektedir. Yine aynı raporda, yırtıcı kuş katliamlarının çoğunlukla orman tavuğu yetiştirme alanlarının yakınlarında gerçekleşmesinin, av korucularını şüpheli hale getirdiği belirtilmektedir. İngiltere’deki bu durum, Türkiye’de güvercin ve kümes hayvanı yetiştiricilerinin yırtıcı kuşlara karşı olumsuz tavırları ile örtüşmektedir. Yine 2013 yılındaki Kuş Suçları raporunda da (The Guardian, 2014) İngiltere’de yırtıcı kuş zulmüne dikkat çekilmekte ve silah endüstrisinin de bu zulme destek verdiğinden bahsedilmektedir. Günlük fişek kotasının gereksizce yüksek olmasının yırtıcı kuş katliamına yol açması, bu çalışmada Türkiye’deki fişek kotası takibinin yeterli olmaması ve bayilerin bu kota sınırlamasına uymaması ile benzer sorun oluşturmaktadır. Yine İngiltere’de verilen cezaların caydırıcı olmaması, bu çalışmanın bulguları ile de benzerlik göstermektedir.

Toplumda baykuş türlerine karşı farklı algıların yaygın olarak etkili olduğu gözlenmiştir. Çalışmada İshak kuşuna Murat kuşu, Muratlar kuşu, Ok okka gibi halk arasında farklı isimler verilmesi, bu tür için geleneksel kültürde yer edinmiş olumlu veya olumsuz yargıların bulunduğunu göstermektedir. Özellikle bu konuya ilişkin sosyolojik bir araştırma yapılabilir.

Odak grup görüşmelerinde rastladığımız, “avcı avcılığı pek sevmez” sözü ile Birdlife International (2011) tarafından ortaya konan predatör kontrolü amacıyla av hayvanını yırtıcıya kaptırmama fikri birebir örtüşmektedir. “Avcı, avcılığı pek sevmez” bakış açısının ortaya çıkması aradaki rekabetin varlığına da işaret eder. Her ikisinde de av hayvanını, avcı olan yırtıcı kuştan koruma duygusu ile hareket etme hali vardır. Yine İngiltere’de av popülasyonunu artırmak amacıyla çiftliklerde yetiştirilip, doğaya salınan sülünlerdeki yüksek ölüm oranlarının sebeplerinin araştırıldığı bir çalışmada, ölüm sebepleri; predasyon, açlık, hastalık ve dağılım olmak üzere 4 ana başlık altında toplanmıştır (Madden vd., 2018). Çiftlikte yetiştirilen sülünlerin predatör tespiti yapamamaları, kendilerini avcılardan koruma ve saklanma becerilerinin gelişmemesi, onları predasyona açık hale getirmekte ve en yüksek kayıp predasyon kaynaklı olmaktadır. Av hayvanlarını doğada artırmak için yırtıcı kuşları doğada azaltmak yerine, doğada hayatta kalacak yetenekte sülünler yetiştirmenin yollarını bulmak, ekolojik dengeye daha az zarar veren yöntem olacaktır. Yırtıcı kuşların yaşamlarının ve nesillerinin devamlılığı beslenmesine dolayısıyla av yapabilmelerine bağlıdır. İnsanlığı doğal yaşam alanlarını tahrip ettiği ve avcı kuşların besin kaynaklarını azalttığı için bu konuda çatışma yaşanması doğaldır. Ancak, ekosistem dengesi gözetildiğinde avlanma hakkı insanda değil yırtıcı kuşta olmalıdır ve bu hakka saygı duyulmalıdır. Yasa dışı avlanan kişilerin bu bilince ulaşmaları şarttır.

Yine sorulara verilen bir yanıtta “yırtıcı kuşun avcılığı tanıdığı, tüfek sesini bildiği ve avcı avlandığında, avı almak için avcıdan önce davrandığı ve avı kapıp kaçtığı” Bu ifade oldukça tehlikeli bir bakış açısını yansıtmaktadır. Özellikle güvercin veya kümes hayvanı yetiştiricilerinin, bölgelerine avlanmaya gelen yırtıcı kuşlar için “zaten hastalıklı öldürülmesinde sakınca yoktur” gibi sahte vicdan rahatlatma yöntemine yönelebileceğinin göstergesidir. Oysaki yırtıcı kuşlardan sadece gökdoğan hızlı ve atik olmasından dolayı en yükseğe uçan taklacı güvercinleri hedef alabilecek kapasitededir. Ya da bir kızıl şahin kolay av bulmak maksadı ile bir kümes hayvanına yönelebilir. Kümes hayvanlarını yetiştirmek maliyeti düşük ve kolay bir işlem iken yırtıcı bir kuşun yetiştirilmesi son derece zor ve yüksek maliyetlidir. Diğer tehlikeli bakış açısı ise yırtıcı kuşun avcılığı tanıdığı, tüfek sesini bildiği ve avcı

avlandığında, avı almak için avcıdan önce davrandığı ve avı kapıp kaçtığı şeklindedir. Konuya ilişkin birkaç olay yaşanmış olabileceği ve bu olayların ağızdan ağıza dolaşarak, avcılar arasında mitleştirildiği düşünülmektedir. Ancak bu mit ile genelleme yapmak ve yırtıcı kuşları avcıya rakip olarak görmek, tehlikeli bir bakış açısıdır.

Avcının doğada hasat yaptığı bakış açısıyla, insanların avladığı keklik, tavşan ve bildircin gibi av hayvanlarını yırtıcı kuşların da avlayabileceği ve o noktada avcının, avını yırtıcı kuşa kaptırdığında zarar gördüğünü düşünmesi akla gelmektedir. Bu konunun toplantıda dillendirilmemesi, görüşmenin yırtıcı kuşları korumak adına yapıldığı algısından kaynaklandığı ve bazı gerçeklerin söylenmediğini düşündürmektedir. “Avcı avcıyı pek sevmez” sözü, hem insan doğası hakkında hem de yırtıcı kuşların avlandığı yerin toplumsal örüntüsü hakkında önemli ipuçları vermektedir. Felsefi açıdan irdelendiğinde akla ilk olarak insan doğası hakkında önemli görüşlere sahip olan filozof Thomas Hobbes gelmektedir. Hobbes, doğa durumunda yaşayan insanların doğası gereği bencil, kötü ve çıkarlarına öncelik veren bir yapıya sahip olduğunu söylemektedir. Bu durumu kısaca “insan insanın kurdudur” (homo homini lupus) şeklinde açıklamaktadır (Hobbes, 1987). “İnsan insanın kurdudur” görüşünün temelinde insanlar arasındaki çıkar çatışması bulunmaktadır. Hobbes’un bahsettiği insanlar arasındaki çıkar çatışmasına, zaman içinde doğada yaşayan hayvanlarda dâhil olmuştur. Bu görüşlerden yola çıkarak toplumsal alanda yırtıcı kuşları avlayan insanların da kendi çıkarları doğrultusunda hareket ettiği anlaşılmaktadır. Bir başka deyişle, yırtıcı kuşları avlayan insanlar kendisine ve çevresine zarar verdiği, bazı hayvanlar hakkındaki (baykuş gibi) hurafe bilgiler, av hayvanını avlayamadığı dönemde yaşanan toplumsal baskı gibi gerekçelerle, kendi içinde var olan bencil avlanma isteği ve av hayvanlarını başka canlılarla paylaşmak istememesi tutumunu yırtıcı kuşlara zarar vererek açığa çıkarmaktadır.

Yine odak grup görüşmelerinde tespit edilen avcılığa yeni başlayan gençlerin, acemi avcılarının, tüfek denemesi yaparken yırtıcı kuşları canlı hedef tahtası olarak gören kişilerin davranışları, Avrupa ülkelerinde av yasağı olmasına rağmen denetim eksikliklerinden dolayı yeni nesil amatör avcılarının ve avlanma tecrübesi yetersiz ve etik anlayıştan yoksun, kurallara saygı duymayan kişilerin davranışları ile benzerlik göstermektedir (Birdlife International, 2011). Av programları yayımlayan televizyon kanallarının kişiler üzerinde etkili olduğu ve avcılığa, tüfek sahibi olmaya özendirdiği, avcılığa özenen gençlerin de acemiliklerini yırtıcı kuşlara ateş ederek çıkarmaya çalıştıkları araştırmada katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Av programlarının etkileyciliği ve özendirici yönleri olabilir. Avcılığa yönelik programlar sunan bir tv kanalının kişiler üzerinde etkilerinin incelendiği bir yüksek

lisans tez çalışmasında (Özer, 2015); katılımcıların %28 inin bu kanaldan etkilenecek avcılığa başladıkları ve %50 sinin de kanalın yayınları ile avcılık konusunda bilgilerini artırdıkları tespit edilmiştir. Ancak elbette bu tür kanallarda yasadışı avcılığa ve yırtıcı kuşlara ateş edilmesine yönelik yayınların yapılmayacağı aşikârdır. Avcılığa yönelik yayın yapan tv kanallarının avcılık hususunda ilgi uyandırdığı kabulü ile avlanma etiği, avcılık felsefesi ve yırtıcı kuşların ekosistemdeki yeri ve önemlerine dair daha yoğun programların yapılmasının kaçak ve bilinçsiz avcılığın önüne geçilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Türkiye’de yırtıcı kuşların vurulma sebepleri arasında tahnit koleksiyonculuğu, Avrupa ülkelerinde de benzer bir problem olarak Birdlife International (2017) tarafından bildirilmiştir. İngiltere’de bu tür yasa dışı avcılık olayları ile baş edebilmek için uygulanması düşünülen avcılık belgelerinin geri alınması ya da bir süre atış yasağı verilmesi cezalarının, Türkiye de uygulanabilirliği, yırtıcı kuşları korumak adına etkili ve caydırıcı bir yöntem olabilir.

Odak grup görüşmesine katılan katılımcıların birçoğu atadan beri avcılıkla ilgilendiğini beyan etmiştir. Atadan gelen öğretiler, etik anlayış gelecek nesilleri de etkilemektedir. Bu durumun değişmesinde eğitim faktörü kilit öneme sahiptir. Avcı eğitimlerinin köylere kadar gelmesinin ve köylüye avcılık belgesi verilmesinin kolaylaştırılmasının avcı bilinç düzeyini artırabileceğini belirten katılımcılar, eğitimin kaçak avcılığın önlenmesinde etkili olacağını ifade etmişlerdir. Köylerde geçmişten gelen korunma amaçlı her evde tüfek bulundurma alışkanlığının, daha küçük yaşlardan itibaren kişilerde tüfek ve avcılığa ilgiyi oluşturduğunu belirten katılımcılar, avcılık eğitimi sırasında doğaya karşı duyarlılıklarının geliştiğini ve eğitim sonrası avcılığın etik ve anlayışına uygun davranmaya başladıklarını bildirmişlerdir. Ancak her köyde, eli tüfek tutan her kişiye avcılık eğitimi ve sertifikası verilmesi yaban hayatı üzerinde avcı baskısının da artması anlamına gelecektir. Bir ülkenin avcı kapasitesi o ülkenin av hayvanları envanter sayımları ile doğru orantılı olmalıdır. Ülkemiz bu konuda gün geçtikçe av popülasyonlarını yitirmekte, sayılar hızla azalmaktadır. Bu bağlamda avcı sayısının artırılmasından ziyade avcılık belgelerinin verilmesinin zorlaştırılması ve belki de doğanın yenilenmesi için bir süre avlanmanın yasaklanması daha güçlü bir çözüm olacaktır. Sosyal medya ve televizyon programları aracılığıyla bilinçlendirmenin sürekliliği sağlanmalıdır. Özellikle avcılara yönelik kanallar, bu konuda daha etkin rol oynayabilirler. Kaçak avcılığın zararları, yırtıcı kuşların tanıtımı, ekosistemdeki yerleri ve önemlerine dair medya kaynakları da kullanılarak sosyal projeler geliştirmek hem yeni nesil hem de büyükler için farkındalık oluşturabilir.

Diğer önemli konuda avcılarının sıkı şekilde denetlenmesi ve kaçak avcılık suçlarında caydırıcı ceza uygulamalarının gerçekleştirilmesidir. Avcıların ya da avcı belgesi olmadan silah taşıyanların denetlenmesi, denetim mekanizmasının yetkilerinin artırılması, farklı kişi ve kurumlara denetleme konusunda yetki verilmesi, yasal mevzuatın net uygulanması, ceza miktarlarının caydırıcı hale getirilmesi yırtıcı kuşları korumak ve hatta kaçak avcılığı ortadan kaldırmak adına yapılacak diğer önemli işlemlerdir. Türkiye’de resmi kayıtlı avcı sayısından daha çok kayıt dışı av tüfeğinin bulunması kaçak avcılığın varlığının göstergesidir. Bilinçli avcı, doğayı koruması gerektiğini bilir. Avcılığın sürdürülebilirliği ekolojik dengenin devamlılığına bağlıdır. Bu kapsamda etik dışı her av faaliyeti doğaya verdiği zarar ile geleceğimizi de yok etmektedir. Hayvanları ve çevreyi koruma konusunda İç İşleri Bakanlığının 2020 yılında Emniyet ve Jandarma Teşkilatı içerisinde oluşturduğu “Çevre Doğa ve Hayvanları Koruma Timi”nin kaçak avcılık konularında da görev almaları belklenmektedir. Kaçak avcılığın önlenmesinde temel sorumluluk Doğa Koruma ve Milli Parklar Bölge Müdürlüklerindedir (DKMP). Ancak personel eksikliği nedeni ile koruma görevi Türkiye’de zayıf kalmaktadır. Koruma personeli eksikliğinin giderilmesinde, daha fazla sayıda Avcılık ve Yaban Hayatı Programı mezunlarının DKMP bünyesinde istihdam edilmesi bu eksikliği giderebilecek önemli bir potansiyeldir. Yine katılımcılardan gelen avcılık kontrollerinin özel sektöre verilmesi önerisi de dikkate alınabilecek etkili bir bakış açısı olabilir.

Son bir çözüm önerisi de atış poligonlarının kurulması, sayılarının artırılması, skeet ve trap atışlarının desteklenmesidir. Bu sayede psikolojik olarak rahatlama sağlanacak doğa ile avcı arasında bir çeşit tampon mekanizma şekillenecek, atış faaliyeti can almaktan daha çok nişan almak şeklinde algılanacak ve gelecek nesiller için doğa koruma temelli bir farkındalık topluma yerleşebilecektir. Ateş etme tutkusuna sahip kişilerin, av hayvanlarının da azaldığı günümüzde, ateş etme ihtiyacını trap poligonlarında gidermelerini sağlamak yırtıcı kuş popülasyonlarını korumak adına etkili olacaktır. Bu kapsamda Türkiye’de çok sayıda atış poligonunun kurulması kaçak avcılığın önüne geçebilecek bir seçenek olarak da görünmektedir.

Türkiye’de ve Avrupa’da kuşların yasadışı öldürülmesi veya yakalanmasının engellenmesine yönelik çalışmaların artırılması gereklidir. Kuş popülasyonlarının azalması konusu, Bern Sözleşmesi ve Avrupa Birliği kapsamında öncelikli bir alan olmasından dolayı Türkiye için de önem arz etmektedir. Kuşların yasadışı öldürme ve yakalanmalarına yönelik vakaların izlenmesi, denetlenmesi, sebeplerinin araştırılması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Sorunu ortaya çıkaran

nedenlerin saptanması çözüm yolunda ilk adımdır. Bu ilk adım öncelikle kaçak avlanmanın nedenlerinin psikolojik ve sosyolojik arka planlarının araştırılması ve bu doğrultuda yapılması planlanan farkındalık oluşturma çabalarında hangi yöntem ve yol izleneceğinin belirlenmesi gerekliliğidir. Böylece getirilen çözüm önerileri daha bütüncül ve daha köktenci yapıya sahip olabilir. Yapılması gereken, eğitilmiş ve bilinçli bir toplumun oluşmasına daha çok önem verilmesidir.

Sonuç olarak; bu araştırma, Türkiye’de yırtıcı kuşlara ateş edilme nedenlerine yönelik yapılan ilk çalışmadır. Yırtıcı kuşlara dikkat çeken bu çalışmanın akabinde, azalan yırtıcı kuş popülasyonlarının takibi, korunması, desteklenmesi ve bu konuda bilinçli bir toplumun oluşturulması için daha fazla disiplinler arası araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (16.KARİYER.134). Araştırmaya farklı aşamalardaki katkılarından dolayı Afyon Kocatepe Üniversitesi Yaban Hayatı Kurtarma Rehabilitasyon, Eğitim ve Uygulama Merkezi Müdürlüğüne, Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğüne, Doğa Koruma ve Milli Parklar 5. Bölge Müdürlüğüne ve odak grup görüşmelerimize iştirak eden tüm katılımcılara teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Birdlife International. (2011).** The Killing, (10 Nisan 2020)  
[http://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/01-28\\_low.pdf](http://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/01-28_low.pdf).
- Birdlife International. (2017).** Review of illegal killing and taking of birds in Northern and Central Europe and the Caucasus. (10 Nisan 2020).  
[http://www.birdlife.org/sites/default/files/ikb\\_nc\\_europe\\_caucasus\\_report\\_finalised.pdf](http://www.birdlife.org/sites/default/files/ikb_nc_europe_caucasus_report_finalised.pdf)
- Brochet, A.L., Bossche, W.V.D., Jones, V.R., Arnardottir, H., Damoc, D., Demko, M., Driessens, G., Flensted, K., Gerber, M., Ghasabyan, M., Gradinarov, D., Hansen, J., Horváth, M., Karlonas, M., Krogulec, J., Kuzmenko, T., Lorgé, P., Lachman, L., Lehtiniemi, T., Lötberg, U., Lusby, J., Ottens, G., Jean-Yves Paquet, J.Y., Rukhaia, A., Schmidt, M., Shimmings, P., Stipnieks, A., Elchin Sultanov, E., Vermouzek, Z., Vintchevski, A., Volke, V., Willi, G. &**

- Butchart, S.H.M. (2019).** Illegal killing and taking of birds in Europe outside the Mediterranean: assessing the scope and scale of a complex issue. *Bird Conservation International*, **29**(1), 10-40. DOI: [10.1017/S0959270917000533](https://doi.org/10.1017/S0959270917000533)
- Bulte, E. & Rondeau, D. (2007).** Compensation for wildlife damages: Habitat conversion, species preservation and local welfare, *Journal of Environmental Economics and Management*, **54**, 311-322. DOI: [10.1016/j.jeem.2007.02.003](https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.02.003)
- Burton, D.L. & Doblar, K.A. (2004).** Morbidity and mortality of urban wildlife in the Midwestern United States, *Proceedings 4th International Urban Wildlife Symposium*. Shaw et al., Eds. 171-181p.
- Carlos, C.C. & Felipe, C.C. (2008).** Zoonoses with wildlife reservoirs: a threat to public health and the economy. *Revista Medica De Chile*, **136**, 385-393.
- Conover, M. (2002).** Resolving human-wildlife conflicts, *The science of wildlife damage management*, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- Countryfile Magazine Explore the British Countryside. (2017).** Behind the headlines: why are birds of prey under attack? (27 Nisan 2020). <https://www.countryfile.com/news/behind-the-headlines-why-are-birds-of-prey-under-attack/>
- Çokluk, Ö., Yılmaz, K. & Oğuz, E. (2011).** Nitel bir görüşme yöntemi: odak grup görüşmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, **4**(1), 95-107.
- Doğa Araştırmaları Derneği. (2016).** *Kuşlar*, (10 Nisan 2020) <http://www.dogaarastirmalari.org.tr/wp-content/uploads/2016/11/kuslar.pdf>.
- Estes, J.A., Terborgh, J., Brashares, J.S., Power, M.E., Berger, J., Bond, W.J., Carpenter, S.R., Essington, T.E., Holt, R.D., Jackson, J.B.C., Marquis, R.J., Oksanen, L., Oksanen, T., Paine, R.T., Pickett, E.K., Ripple, W.J., Sandin, S.A., Scheffer, M., Schoener, T.W., Shurin, J.B., Sinclair, A.R.E., E. Soulé, M.E., Virtanen, R. & Wardl, D.A. (2011).** Trophic downgrading of planet earth. *Science*, **333**(6040), 301-306. DOI: [10.1126/science.1205106](https://doi.org/10.1126/science.1205106).
- Geray, U. & Iğircık, M. (2002).** Türkiye’de av yaban hayatı eğitimi. *Orman Mühendisliği Dergisi*, **39**, 5-10.
- Hobbes, T. (1987).** *De Cive (The English Version)*, Oxford: At The Clarendon Press. 24p.
- Kandır, E.H. (2017).** Yeryüzünün kanatlı çöpçüleri: akbalar. *Dergi Ayrıntı*, **5**(54), 5-9.
- Kruger, R.A & Casey, M.A. (2000).** *Focus groups: a practical guide for applied research. 3rd. Edition*, Thousand Oaks, CA: Sage Pub.
- Madden, J.R., Hall, A. & Whiteside, M.A. (2018).** Why do many pheasants released in the UK die, and how can we best reduce their natural mortality? *European Journal of Wildlife Research*, **64**(40). DOI: [10.1007/s10344-018-1199-5](https://doi.org/10.1007/s10344-018-1199-5).
- Molina-Lopez, R.A., Casal, R. & Darwich, L. (2011).** Causes of morbidity in wild raptor populations admitted at a wildlife rehabilitation centre in Spain from 1995-2007: a long term retrospective study. *PLOS ONE*, **6**(9), 1-10. DOI: [10.1371/journal.pone.0024603](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024603).
- Özer, O. (2015).** *Av turizmi ve görsel medya: Yaban tv'nin türkiye'deki yerli turist avcılarının tutumlarına yönelik etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Şafak, İ. (2006).** Av ve yaban hayatı yönetiminde avcılarının kültürel özellikleri, *Ormanlıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi*, 26-28 Mayıs 2006, Ilgaz-Çankırı, Türkiye, 128-134.
- Şahsuvaroğlu, T. & Ekşi, H. (2008).** Odak grup görüşmeleri ve ortak temsiller, kuramı. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, **28**, 127-139.
- Şekercioğlu, C.H. (2006).** Kuşların ekolojik işlevlerinin önemi. *Trends in Ecology & Evolution*, **21**(8), 464-471.
- The Guardian. (2014).** Hundreds of birds of prey are being shot or poisoned in UK, (27 Nisan 2020). <https://www.theguardian.com/environment/2014/oct/30/hundreds-of-birds-of-prey-being-shot-or-poisoned-in-uk-rspb>.
- Venter, O., Sanderson, E.W., Magrath, A., Allan, J.R., Beher, J., Jones, K.R., Possingham, H.P., Laurance, W.F., Wood, P., Fekete, B.M., Levy, M.A. & Watson, J.E.M. (2016).** Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. *Nature Communications*, **7**, 1-11.



## Dönerdere, Yumruklu, Değirmigöl ve Dolutaş Göletlerinin (Van, Türkiye) Su Kalitesi Özelliklerinin Belirlenmesi

Ataman Altuğ ATICI\*

Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Van, 65080, Türkiye  
Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, İnci Kefali Uygulama ve Araştırma Merkezi, Van, 65080, Türkiye

Geliş/Received: 23.06.2020

Kabul/Accepted: 21.08.2020

Atıf yapmak için: Atıcı, A.A. (2020). Dönerdere, Yumruklu, Değirmigöl ve Dolutaş Göletlerinin (Van, Türkiye) Su Kalitesi Özelliklerinin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 348-355.

How to cite: Atıcı, A.A. (2020). Determination of Water Quality Characteristics of Dönerdere, Yumruklu, Değirmigöl and Dolutaş Ponds (Van, Turkey). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 348-355.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0001-8700-8969>

**\*Sorumlu yazarın:**

Ataman Altuğ ATICI\*

Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri  
Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Van,  
65080, Türkiye

✉: [atamanaltug@yyu.edu.tr](mailto:atamanaltug@yyu.edu.tr)

Cep telefonu : +90 (543) 221 17 54

Telefon : +90 (432) 225 12 46/21660

Faks : +90 (432) 225 12 47

**Öz:** Kapalı bir havza özelliğinde olan Van Gölü Havzası içerisinde birçok gölet kaynağı bulunmaktadır. Bu çalışmada Dönerdere, Yumruklu, Dolutaş ve Değirmigöl Göletleri (Van)'nin su kalitesi özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada göletlere ait sıcaklık, çözülmüş oksijen, oksijen doygunluğu, tuzluluk, elektriksel iletkenlik ve pH ortalama değerleri sırasıyla 17,9±0,6 (16,2-19,1)°C, 8,27±0,3 (7,47-9,15) mg/L, %114,1±4,7 (105,4-127,6), ‰0,32±0,0 (0,27-0,37), 559,5±39,7 (482-662) µS/cm ve 8,88±0,1 (8,68-9,00) olarak ölçülmüştür. Örnek sularında ağır metallerden alüminyum ve bakır belirlenmezken, diğer ağır metal ortalama seviyeleri Mn > Mo > Co > Zn > Fe > Ni > Cr şeklinde olmuştur. Su örneklerinde klorür, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, karbonat, bikarbonat, toplam alkalinite, nitrit, nitrat, fosfat, fosfor, sülfat, florür, siyanür, bulanıklık, askıda katı madde ve silisyum analizleri de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ilgili su kalitesi yönetmeliklerine göre değerlendirilmiştir. Gölet sularının askıda katı madde, mangan, molibden ve kobalt değerleri dışında tarımsal faaliyetlerde kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Göletler, su kalitesi, su kirliliği, Van gölü havzası.

## Determination of Water Quality Characteristics of Dönerdere, Yumruklu, Değirmigöl and Dolutaş Ponds (Van, Turkey)

**Abstract:** There are many pond resources in the Van Lake Basin, which is the closed basin. In this study, the water quality characteristics of Dönerdere, Yumruklu, Dolutaş and Değirmigöl Ponds in the Van Lake Basin were investigated. The average temperature were measured as 17.9±0.6 (16.2-19.1) °C, dissolved oxygen (DO) 8.27±0.3 (7.47-9.15) mg L<sup>-1</sup>, oxygen saturation (OS) 114.1±4.7% (105.4-127.6), salinity 0.32±0.0‰ (0.27-0.37), electrical conductivity (EC) 559.5±39.7 (482-662) µS cm<sup>-1</sup> and pH 8.88±0.1 (8.68-9.00). The aluminum and copper were not determined in the water. The heavy metals from the highest value to the lowest one were determined as Mn > Mo > Co > Zn > Fe > Ni > Cr. In addition, turbidity, total suspended solids, nitrite, nitrate, phosphate, phosphorus, sulphate, fluoride, cyanide and silicon analysis were also performed. The results obtained were evaluated according to the relevant water quality regulations. It has been determined that it is appropriate to use ponds in agricultural activities other than total suspended solids, manganese, molybdenum and cobalt values

**\*Corresponding author's:**

Ataman Altuğ ATICI\*

ADDRESS

✉: [atamanaltug@yyu.edu.tr](mailto:atamanaltug@yyu.edu.tr)

Mobile telephone : +90 (543) 221 17 54

Telephone : +90 (432) 225 12 46/21660

Fax : +90 (432) 225 12 47

**Keywords:** Ponds, water quality, water pollution, Van lake basin.

## GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca suya duyulan çeşitli ihtiyaçlardan dolayı insanoğlunun suyu bir şekilde kontrol altına alma zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Suyu biriktirme ve kontrollü kullanma faaliyetleri nedeniyle çeşitli yapıların oluşturulması medeniyet tarihinin çok eski yıllarında kendisini göstermiştir. Bu yapıların 5000 yıl önce Mısır, Mezopotamya, İran, Hindistan, Uzakdoğu ve Anadolu'da yapıldığı, hizmet verdiği ve ülkelerin ekonomisini ve tarıma dayalı uygarlıklarını etkilediği bilinmektedir (Orhon, 1997).

Göl ve göletler, doğal ya da insan etkenli oluşmuş veya oluşturulmuş çukur arazilerin suyla dolmasıyla meydana gelmektedir. Oluşum şekillerine ve kökenine göre farklı isimlerle tanımlanırlar. Doğal olaylara bağlı oluşmuş olanlar için; tektonik, volkanik, buzul, karstik, heyelan set, kıyı delta göl ve göletleri şeklinde isimlendirilmektedir. İnsan müdahalesiyle oluşturulan içme, sulama ve elektrik üretme amaçlı göletler farklı boyutları ile karasal yüzeylere dağılmaktadır (Duran, 2016).

Günümüzde Doğu Anadolu Bölgesi'nde inşa edilmiş olan çok sayıdaki göletin ilk örneklerini M.Ö. Urartu Krallığı gerçekleştirmiştir. Bununla birlikte Doğu Anadolu Bölgesi'nde ilk kez sulamaya dayalı modern tarım faaliyetleri, Urartu Krallığı tarafından yapılan sulama tesisleri sayesinde başlamıştır. Böylelikle Doğu Anadolu Bölgesi'nde gerçekleştirilen modern tarımın kökeninin 2800 yıl önce Urartu Krallığı tarafından başlatıldığı belirlenmiştir (Belli, 1997).

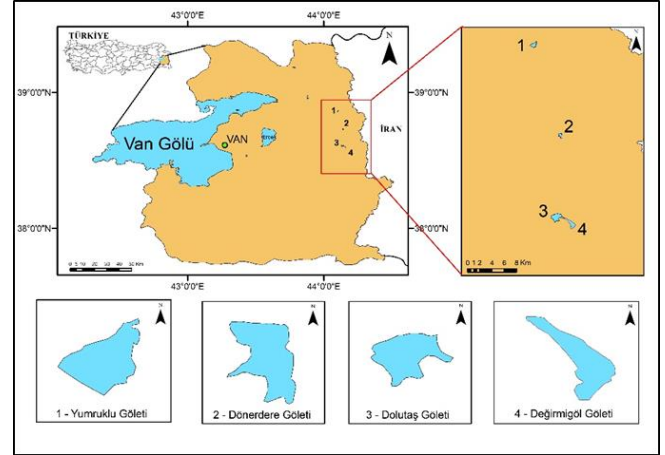
Doğu Anadolu Bölgesi içerisinde yer alan Van Gölü Havzası kapalı bir havza olmasına rağmen, su kaynakları bakımından oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Havzada Van, Erçek, Nazik, Nemrut, Aygır ve Arin doğal gölleri ile Sarımeşmet, Koçköprü, Zerne ve Morgedik baraj gölleri ve çok sayıda gölet bulunmaktadır. Havzada yer alan su kaynaklarında sulama, taşıma, içme ve kullanma suyu, enerji üretimi ve turizm alanlarından yararlanılmaktadır (Çetinkaya, 1999).

Bu çalışmada Van Gölü Havzası içerisinde, İran sınırına yakın bölgede yer alan ve etrafındaki köylerde tarımsal faaliyetlerde kullanılan Dönerdere ve Yumruklu Göletleri (Özalp İlçesi) ile Değirmigöl ve Dolutaş Göletleri (Saray İlçesi)'nin su kalitesi özellikleri üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar su kalitesi ile ilgili yönetmeliklerde yer alan değerlere göre yorumlanarak, göletler hakkında genel bir değerlendirme yapılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Su örnekleri 2020 yılı Haziran ayında çalışma alanı olarak belirlenen Dönerdere, Yumruklu, Dolutaş ve Değirmigöl Göletleri'nden alınmıştır (Şekil 1). Su örneklerinde sıcaklık, çözünmüş oksijen miktarı (ÇO), oksijen doygunluğu (OD), tuzluluk (%), elektriksel

iletkenlik (EI) ve pH ölçümleri YSI Pro multimetre cihazı ile bulanıklık ise HACH 2100 Q turbidimetre cihazı ile ölçülmüştür.



Şekil 1. Van Gölü Havzası içerisindeki Yumruklu (1), Dönerdere (2), Dolutaş (3) ve Değirmigöl (4) Göletleri.

Figure 1. Yumruklu (1), Dönerdere (2), Dolutaş (3) and Değirmigöl (4) Ponds in the Van Lake Basin.

Kimyasal parametrelerden kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, toplam alkalinite, karbonat, bikarbonat miktarı titrimetrik yöntemlerle belirlenirken (APHA, 1995), nitrit, nitrat, amonyak, fosfor, sülfat, alüminyum, çinko, bakır, nikel, kobalt, siyanür, florür, demir, manganez, molibden, silisyum ve askıda katı madde (AKM) analizleri HACH LANGE DR 5000 spektrofotometre cihazında spektrofotometre cihazına özgü hazır su analiz kitleri kullanılarak yapılmıştır (HACH, 2005).

Van Gölü Havzası içerisinde yer alan Yumruklu, Dönerdere, Dolutaş ve Değirmigöl Göletleri tatlı su özelliğinde olup, göletlerden tarımsal sulamada fayda sağlanmaktadır. Göletlerde ticari amaçlı balık avcılığı yılın tüm zamanında yasak olup, balık türü olarak aynalı ve pullu sazan (*Cyprinus carpio*, L., 1758) türleri yaşamaktadır. Göletlere ait kıyı uzunlukları ve yüzey alanları Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Göletlere ait konum bilgileri.

Table 1. Location information of ponds.

Göletler	İlçe	Kıyı uzunluğu (km)	Yüzey alanı (km <sup>2</sup> )	Koordinatlar	
				Kuzey	Doğu
Dönerdere	Özalp	2,34	0,20	38°43'49.67"	44° 8'24.76"
Yumruklu	Özalp	2,78	0,38	38°51'37.61"	44° 6'5.52"
Dolutaş	Saray	5,48	1,16	38°36'32.36"	44° 8'0.58"
Değirmigöl	Saray	4,76	0,67	38°35'48.79"	44° 9'30.57"

Çalışmada elde edilen veriler; Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY)'nde yer alan Kıtaçığı Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, İnsani Tüketim Amaçlı Sular (TS 266), Avrupa Birliği Su Çevre Direktifi (AB), Birleşik Krallık İçme Suyu Kalite Kriterleri

(BK) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre değerlendirilmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Su örneklerine ait yerinde ölçümlerde elde edilen değerler Tablo 2'de, titrimetrik olarak yapılan kimyasal analizler ile spektrofotometre cihazında yapılan analizlerin sonuçları ise Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'te verilmiştir. Ayrıca, bütün parametrelerin minimum ve maksimum ile ortalama değerleri ve standart hataları Tablo 6'da sunulmuştur. Alınan su örneklerinde alüminyum ve bakır tespit edilmediği için bu iki parametreye ait sonuçlar tabloda verilmemiştir.

**Örnekleme Noktalarındaki Ölçüm Değerleri:** Sıcaklık ortalama değeri  $17,9 \pm 0,6$  °C olurken, en düşük sıcaklık Yumruklu'da  $18,1$ °C, en yüksek ise Dolutaş'ta  $19,1$ °C ölçülmüştür. Sıcaklık bakımından ölçüm yapılan zamanda sular YSKY (2012)'ye göre I. sınıf ve TS 266'ya göre müsaade edilebilecek maksimum değerler içinde yer almıştır. Ayrıca ortalama sıcaklık bakımından da AB ve BK içme suyu kalitesi standartlarına uygun değerlerde olduğu gözlenmiştir (Tebbutt, 1998; TSE, 2005). Havzada gerçekleştirilen başka bir çalışmada rakım olarak daha yüksek olan Aygır Gölü'nde Haziran ayında su sıcaklığı  $13,6 \pm 2,5$  °C olarak bildirilmiştir (Çavuş, 2018).

Çözünmüş oksijen insan ve çevre sağlığı açısından suyun kalitesini belirlemeye yarayan en önemli parametrelerden biri olup, birçok kimyasal, biyolojik ve fiziksel olayda sudaki oksijen kullanılmakta ve bu nedenle sudaki oksijen miktarı azalabilmektedir (Küçükali & Çoğgör, 2019). Çözünmüş oksijenin gölet sularında ortalama değeri  $8,27 \pm 0,3$  mg/L, en düşük ve en yüksek çözünmüş oksijen değerleri ise sırasıyla Dolutaş'ta  $7,47$  mg/L ve Dönerdere'de  $9,15$  mg/L olarak ölçülmüştür (Tablo 2). Çözünmüş oksijen miktarı açısından YSKY (2012)'ye göre Dolutaş Göleti II. sınıf su kalitesine sahip olarak belirlenirken diğer göletlerin I. sınıf su kalitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Havzada diğer su kaynaklarında yapılan çalışmalarda çözünmüş oksijen değerleri Arın Gölü'nde  $8,1 \pm 0,4$  mg/L olurken (Çavuş, 2018), Koçköprü Baraj Gölü'nde daima  $5,00$  mg/L üzerinde çıkmıştır (Elp, 2002). Aynı yönetmelikte, göllerin ötrofikasyon kontrolü için çözünmüş oksijen değerinin  $7,5$  mg/L'nin altında olmaması gerektiği bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada ortalama çözünmüş oksijen değerleri ötrofikasyon kontrolü için uygun çıkmıştır.

Su örneklerinde ölçülen tuzluluk ortalama değerleri  $0,32 \pm 0,0$ , en düşük ve en yüksek tuzluluk değeri ise sırasıyla Dönerdere'de  $0,27$  ve Dolutaş'ta  $0,37$  olarak ölçülmüştür. Gölet sularına ait ortalama Eİ değeri

$559,5 \pm 39,7$  µS/cm olurken, en düşük Dönerdere'de  $482,0$  µS/cm ve en yüksek Dolutaş'ta  $662,0$  µS/cm olarak ölçülmüştür. Sulama suları açısından suların iletkenlik özelliği önemli bir kalite kriteridir. Taşıdığı iyon miktarı ve sıcaklık derecesi su kaynağının iletkenliğini etkileyen en önemli faktörlerden olup, iletkenlik ile suyun biyolojik verimliliği arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Çetinkaya, 2003). Gölet suları YSKY (2012)'ye göre II. sınıf, TS 266'da ise sınır değerler içinde olmuştur (TSE, 2005).

pH ortalama değeri  $8,88 \pm 0,1$  iken, en düşük pH, Yumruklu'da  $8,68$  ve en yüksek pH ise Değirmigöl'de  $9,00$  olarak ölçülmüştür (Tablo 2). Gölet sularında pH değerleri genel olarak YSKY (2012)'ye göre I. sınıf kalitede, TS 266'ya göre ise müsaade edilebilecek maksimum değerler içinde, tatlısu balıkları yetiştiriciliğine (direktif no 78/659/EEC) göre ise uygun değerde ( $50-200$  µg/L) olduğu belirlenmiştir (Tebbutt, 1998; TSE, 2005). Ülkemizde yapılan diğer limnolojik çalışmalar (Şen, 2001; Elp, 2002; Gülle, 2005; Çavuş, 2018) ile birlikte bu çalışmada da göllerimizin hafif alkali özellikte olduğu belirlenmiştir. Genel olarak kirletici etkilere maruz kalmayan göl sularında pH değerinin  $6-9$  arasında değiştiği bildirilmiştir (Tanyolaç, 2000). Gölet suları bu bakımdan uygun değerlerde çıkmıştır.

Çökmeden kalan partiküller kolloidal ya da askıda katı maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bu askıda katı maddeler dibe çökemeyecek kadar küçük ya da hafif maddelerdir ve suda bulanıklığın kaynağını oluşturmaktadır (Zweig & Rabeni, 2001). Askıda katı maddeler canlı üzerinde yıpratıcı bir etki yaratmakta, canlıların zemin içinde gömülmesine ve solunum yetersizliğine bağlı olarak ölümlerine, sudaki ışık miktarını azaltarak beslenme verimliliğini ve davranış şeklini değiştirmekte, zemin yapısını bozarak tür dağılımının değişmesine neden olabilmektedir (Donahue & Irvine, 2003). YSKY'ye göre, askıda katı madde değeri baraj göllerinin ötrofikasyon kontrolü için  $5$  mg/L'nin altında olması gerektiği bildirilmiştir. Çalışmada AKM ortalama değeri  $44,8 \pm 15,1$  mg/L olurken, en yüksek AKM Dolutaş'ta  $110,0$  mg/L çıkmıştır. Bulanıklık ortalama değeri  $41,3 \pm 22,7$  NTU iken, en yüksek bulanıklık Dolutaş'ta  $106,0$  NTU olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Bulanıklık ortalama değeri AB ve BK'ye göre yüksek çıkarken, ortalama AKM değeri ise TS 266'ya göre yüksek çıkmıştır. (Tebbutt, 1998; TSE, 2005). Varol (2015) tarafından yapılan çalışmada Dicle Baraj Gölü'ndeki ortalama AKM değeri  $3,15$  mg/L ile YSKY'ye göre uygun olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ise bütün gölet sularında AKM değerlerinin ötrofikasyon kontrolü için yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 2.** Gölet örnekleme noktalarında yapılan ölçümler.  
**Table 2.** Physicochemical parameters of pond water.

Göletler	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	OD (%)	Eİ (µS/cm)	Tuzluluk (%)	pH	Bulanıklık (NTU)	AKM (mg/L)
Dönerdere	18,2	9,15	127,6	482	0,27	8,88	13,7	18,5
Yumruklu	18,1	8,15	111,3	579	0,33	8,68	6,3	6,5
Dolutaş	19,1	7,47	105,4	662	0,37	8,97	106,0	110,0
Değirmigöl	16,2	8,31	112	515	0,30	9,00	39,0	44,0

**Titrimetrik Analiz Değerleri:**  $Cl_2$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$  ve toplam sertlik ortalama değerler sırasıyla 26,6±1,6, 322,7±35,9, 45,0±17,1 ve 991,7±48,0 mg/L olarak belirlenmiştir. En yüksek  $Cl_2$  ve  $Ca^{+2}$ , Değirmigöl'de 29,6 mg/L ve 413,3 mg/L, en yüksek  $Mg^{+2}$  ise Yumruklu'da 103,8 mg/L olarak belirlenmiştir.  $Ca^{+2}$  ortalama değerleri TS 266 ve BK'de istenilen değerlerin üstünde çıkmış, sertlik bakımından sular çok sert su sınıfında yer almıştır (TSE, 2005; Tebbutt, 1998). Sularda  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$  ve toplam alkalinite ortalama değerleri sırasıyla 305,0±26,3, 1026,8±130,1 ve 670,8±83,7 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Çavuş, (2018) Van Gölü Havzası içerisinde yer alan Aygır Gölü'nde 17,3 mg/L  $Cl_2$ , 54,3 mg/L  $Ca^{+2}$ , 40,6 mg/L  $Mg^{+2}$ , 9,80 mg/L  $CO_3^{2-}$ , 256,9 mg/L  $HCO_3^-$ , 2302,7 mg/L toplam sertlik ve 235,1 mg/L toplam alkalinite belirlendiğini rapor etmiştir. Maar gölü özelliğindeki Aygır Gölü ile gölet sularının farklı olmasının nedeni su kaynaklarının sahip olduğu kayaç ve toprak yapısının farklılığından kaynaklı olabilir.

**Tablo 3.** Gölet sularına ait titrimetrik analiz sonuçları (mg/L).  
**Table 3.** Titrimetric analysis results of pond waters (mg L<sup>-1</sup>).

Göletler	$Cl_2$	$Ca^{+2}$	$Mg^{+2}$	Toplam sertlik	$CO_3^{2-}$	$HCO_3^-$	Toplam alkalinite
Dönerdere	26,6	248,0	42,2	793,3	0,0	813,3	666,7
Yumruklu	23,7	224,0	103,8	986,7	0,0	1240,3	1016,7
Dolutaş	26,6	405,3	17,8	1086,7	284,7	0,0	466,7
Değirmigöl	29,6	413,3	16,2	1100,0	325,3	0,0	533,3

**Spektrofotometre Analiz Değerleri:** Nitrit ve nitrat doğal olarak toprak, su ve bitkilerde bulunan azotlu bileşiklerdir. Su kirliliği açısından azotlu bileşikler önemli bileşenlerdir. Tarım alanları dışında, yüzey ve yer altı sularında genel olarak 0-10 mg/L seviyesinde nitrat bulunmaktadır (Olhan & Ataseven, 2009). Gölet sularındaki  $NO_3-N$ ,  $NO_2-N$  ve  $NH_3-N$  ortalama değerleri sırasıyla 1,7±0,5 mg/L, 0,007±0,004 mg/L ve 0,22±0,06 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 4). YSKY (2012)'ye göre gölet sularında  $NO_3-N$ , I. sınıfta,  $NO_2-N$  ve  $NH_3-N$  ise II. sınıfta yer almıştır. AB, BK, WHO'ya göre ise Nitrat ve nitrit değerleri sınırlar içerisinde kalmıştır (Tebbutt, 1998). Yapılan diğer çalışmalarda Gökgöl'de  $NO_3-N$ ,  $NO_2-N$  ve  $NH_3-N$  ortalama değerleri sırasıyla 2,4 mg/L, 0,032 mg/L ve 0,7 mg/L olurken, YSKY (2012)'ye göre göl suyu kalitesinin I. ve III. sınıf arasında değiştiği bildirilmiştir (Taş & Çetin, 2011).

Atmosfer gazında bulunmayan fosfor doğada kayalar ve fosfat yığınları şeklinde bulunmakta iken, su kaynaklarında fazla miktarda fosfor bulunması bir kirlilik parametresidir. Doğal kaynaklar dışında evsel atıklar ile

birçok kaynağa fosfor bulaşabilmektedir (Göksu, 2003). Sulardaki en yüksek  $PO_4^{3-}$  ve P değerleri sırasıyla 0,13 ve 0,40 mg/L ile Değirmigöl'de belirlenirken, ortalama  $PO_4^{3-}$  ve P değerleri sırasıyla 0,11±0,06 ve 0,03±0,02 mg/L olarak bulunmuştur. Göletlerdeki ortalama fosfor değeri YSKY (2012)'ye göre II. sınıfta yer almış, TS 266'da tavsiye edilen değer ve BK'de ise sınır değer içinde kalmıştır (Tebbutt, 1998). Diğer bir çalışmada ise Ulugöl'de yaz aylarında ortalama toplam fosfor 0,018 mg/L olarak belirlenmiştir (Taş vd., 2010).

Sülfat kaynakları doğal yoldan denizel atmosferik çökelmelerle, sedimanter kayaların ve sülfür bileşiklerinin yıkanması ile olurken; alçıtaşı gibi sülfat ve pirit gibi sülfid mineralleri, sanayi ve evsel atıklar ile sulara sülfat bileşikleri bulaşabilmektedir (Chapman & Kimstach, 1996). Gölet sularındaki en düşük sülfat değeri 15,5 mg/L ile Değirmigöl'de çıkarken, en yüksek sülfat değerleri 41,0 mg/L ile Yumruklu'da çıkmıştır (Tablo 4). Gölet sularının ortalama sülfat değeri 25,5±3,6 mg/L olarak bulunmuştur. TS 266'da bu değer 25-250 mg/L, AB ve EPA'da 250 mg/L ve WHO 500 mg/L olarak verilmiştir (EPA, 2009; Tebbutt, 1998; TSE, 2005). Bulum, (2015) Bendimahi Çayı'nda ortalama sülfat değerini 8,6 mg/L olarak bildirmiştir. Sucul ortamlarda tarımsal faaliyetler, çeşitli endüstri ve evsel atıklar sülfat kirliliğine neden olabilmektedir. 250 mg/L'den fazla olan sülfat değerleri ciddi bir kirlilik göstergesidir (Nisbet & Verneaux, 1970). Bu bakımdan Van Gölü Havzası su kaynaklarında sülfat kaynaklı bir kirlilik söz konusu değildir.

Silisyum doğal sularda genellikle 2-20 mg/L arasında bulunmakta ve kırıldık oluşumu için esas elementtir (Aksoy, 2006). Silisyum en yüksek 7,5 mg/L ile Yumruklu'da tespit edilirken (Tablo 4), ortalama silisyum değeri 4,5±0,8 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 6). Yapılan diğer çalışmalarda ortalama silisyum miktarı Yayladağı Göleti'nde 7,2 mg/L (Tepe & Mutlu, 2004); Reyhanlı Yenişehir Gölü'nde ise 9,85 mg/L (Tepe, 2009) olarak belirlenmiştir. Ülkemiz su kaynaklarında yapılan çalışmalarda silisyum değerleri doğal sularda bulunması gereken değerler içerisinde olmuştur.

Florür ortalama değeri 0,27±0,06 mg/L olurken, en yüksek Dönerdere'de 0,53 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Florür ortalama değeri YSKY (2012)'ye göre tüm göletler için I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS 266 bakımından tavsiye edilen değerlerin altında olmuştur. AB, BK ve WHO'ya göre de uygunluk göstermiştir (Tebbutt, 1998). Florür diğer çalışmalarda Erciş içme suları için 0,58



mg/L (Atıcı vd., 2016); Van içme suları içinse 161,1 mg/L (Çavuş vd., 2017) olarak bildirilmiştir.

Siyanür doğada sodyum siyanür, hidrojen siyanür, potasyum siyanür gibi bileşikler halinde ya da serbest halde bulunan ve “hidrosiyanik asit” ya da “prussik asit” olarak bilinmesinin yanında ilk defa 1782’de prusya mavisinden izole edilmiştir. Toksik etkisini demir iyonunun ferrik ( $Fe^{+3}$ ) formuna bağlanarak gerçekleştirir (Karadeniz vd., 2017). Siyanür en yüksek 0,002 mg/L ile sadece Yumruklu’da belirlenmiş, diğer noktalarda siyanür bulunmamıştır (Tablo

4). Siyanür tespit edilmesine rağmen Yumruklu Göleti YSKY (2012)’ye göre I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS 266’da tavsiye edilen değerlerin altında olmuştur. AB (50  $\mu\text{g/L}$ ), BK (50  $\mu\text{g/L}$ ) ve WHO (70  $\mu\text{g/L}$ )’ya göre de sınır değerlerin altında çıkmıştır (Tebbutt, 1998). Van Gölü Havzası içerisinde yapılan çalışmalarda ortalama siyanür miktarını Seyhan (2016) Deliçay’da 0,001 mg/L, Aydın (2018) Çatakdibi’nde 0,002 mg/L olarak bildirmiştir. Havzadaki su kaynaklarında yapılan çalışmalara göre siyanür bakımından bir kirlilik belirlenmemiştir.

**Tablo 4.** Örnek sularına ait kimyasal ölçüm sonuçları (mg/L)

**Table 4.** Chemical parameters of pond water ( $\text{mg L}^{-1}$ ).

Göletler	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-}$	$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-}^3$	P	$\text{SO}_4\text{-}$	Si	F <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>
Dönerdere	3,7	16,6	0,025	0,081	0,11	0,01	0,00	21,0	5,5	0,53	0,000
Yumruklu	1,9	7,9	0,003	0,009	0,04	0,03	0,01	41,0	7,5	0,30	0,002
Dolutaş	0,4	2,0	0,000	0,000	0,27	0,00	0,00	24,5	2,0	0,11	0,000
Değirmigöl	1,1	4,5	0,001	0,004	0,45	0,40	0,13	15,5	3,0	0,14	0,000

**Ağır Metal Analiz Değerleri:** Sularda ağır metallere Al ve Cu değerleri sınırdan altındadır çıkarken Cr, Co, Fe, Mn, Mo, Ni ve Zn en düşük ve en yüksek değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

Krom ortalama değeri göletler için YSKY (2012)’de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, AB, BK ve WHO (50  $\mu\text{g/L}$ )’da da sınır değerinin altında çıkmıştır (Tebbutt, 1998). En yüksek krom değeri 15  $\mu\text{g/L}$  ile Dolutaş’ta belirlenmiştir. Çelik & Kayar (2003) Gediz Nehri’nde ortalama krom değerini 90  $\mu\text{g/L}$  olarak bildirmiştir. Gölet sularında belirlenen krom düzeyleri Çelik & Kayar (2003)’ün sonuçlarına göre daha düşük bulunmuştur.

Demir ortalama değeri 56,3 $\pm$ 15,7  $\mu\text{g/L}$  olurken, en yüksek 120,0  $\mu\text{g/L}$  ile Dolutaş’ta belirlenmiştir. Göletlerde ortalama demir değeri genel olarak yönetmeliklere uygun çıkmıştır. Arıman vd. (2007) tarafından ortalama demir değerleri Yeşilirmak’ta 14,0  $\mu\text{g/L}$ , Kızılırmak’ta 553,0  $\mu\text{g/L}$ , Engiz ırmağında 311,0  $\mu\text{g/L}$ , Abdal ırmağında 29,0  $\mu\text{g/L}$ , Mert ırmağında 20,0  $\mu\text{g/L}$  ve Kürtün ırmağında 59,0  $\mu\text{g/L}$  olarak bildirilmiştir.

Mangan en yüksek 500,0  $\mu\text{g/L}$  ile Dolutaş’ta çıkarken,  $\text{Mn}^{+2}$  ortalama değeri 250,0 $\pm$ 62,7  $\mu\text{g/L}$  çıkmıştır. Mangan bakımından gölet suları genel olarak YSKY (2012)’de II. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS 266, AB, BK ve WHO’da tavsiye edilen değerlerin üstünde çıkmıştır (Tebbutt, 1998; TSE, 2005). Temiz sularda 0,1  $\mu\text{g/L}$ , az kirli sularda 0,5  $\mu\text{g/L}$ , kirli sularda 3,0  $\mu\text{g/L}$  ve çok kirli sularda >3,0  $\mu\text{g/L}$  mangan sınırları olarak bildirilmiştir (Baltacı, 2000). Bu değerler göre gölet suları mangan bakımından kirlilik sınırını oldukça aşmıştır. Başka bir çalışmada ise Sönmez vd. (2012), Karasu Nehri sularının mangan bakımından kirli olmasını manganın topraklarda ve su kaynaklarında doğal olarak bulunabilmesi ile ilişkilendirmişlerdir.

Molibden ortalama değeri 225,0 $\pm$ 31,3  $\mu\text{g/L}$  olurken, en yüksek molibden 300,0  $\mu\text{g/L}$  ile Dönerdere ve Yumruklu’da belirlenmiştir. Ortalama molibden değeri WHO (70  $\mu\text{g/L}$ )’da yer alan sınır değerinin üstünde çıkmıştır (Tebbutt, 1998). Havzada yapılan diğer çalışmalarda molibden ortalama değerleri Aygır Gölü’nde 0,002  $\mu\text{g/L}$  (Çavuş, 2018), Karasu’da 0,002  $\mu\text{g/L}$  (Atıcı et al., 2018) olarak bildirilmiştir. Havzada gerçekleştirilen önceki çalışmalarda molibden ortalama değerleri uygun değerlerde çıkarken, bu çalışmada yüksek değerlerde çıkmıştır.

Kobalt ortalama değeri 188,8 $\pm$ 106,2  $\mu\text{g/L}$  olurken, en yüksek kobalt 496,5  $\mu\text{g/L}$  ile Değirmigöl’de belirlenmiştir. Ortalama kobalt değeri YSKY (2012)’de III. sınıf su kalite özelliği göstermiştir. Atıcı et al. (2018) Karasu’da kobalt ortalama değerini 27,8  $\mu\text{g/L}$  olarak bildirmişlerdir. Değirmigöl ve Dolutaş kaynaklarındaki kobalt değerleri havza içerisinde yer alan Karasu’ya göre oldukça yüksek çıkmıştır.

Gölet sularında nikel ortalama değeri 14,4 $\pm$ 4,2  $\mu\text{g/L}$  olurken, en yüksek nikel 30,5  $\mu\text{g/L}$  ile Dolutaş’ta çıkmıştır. Havzada ortalama nikel değeri YSKY (2012)’de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, BK (50  $\mu\text{g/L}$ ) ve WHO (20  $\mu\text{g/L}$ )’da sınır değerinin altında, tatlısu balıkları yetiştiriciliğine (direktif no 78/659/EEC) göre ise uygun değerde (50-200  $\mu\text{g/L}$ ) çıkmıştır (Tebbutt, 1998). Arıman vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada ortalama nikel en yüksek Engiz’de 725  $\mu\text{g/L}$ , en düşük ise 89  $\mu\text{g/L}$  ile Yeşilirmak’ta bildirilmiştir.

**Tablo 5.** Örnek sularına ait ağır metal ölçüm sonuçları ( $\mu\text{g/L}$ ).

**Table 5.** Heavy metal measurement results of pond samples ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ).

Göletler	Co	$\text{Cr}^{+6}$	$\text{Fe}^{+2}$	$\text{Mn}^{+2}$	Mo	Ni	Zn
Dönerdere	29,5	0,0	20,0	100,0	300,0	3,5	60,0
Yumruklu	10,5	8,0	20,0	100,0	300,0	5,0	80,0
Dolutaş	218,5	15,0	120,0	500,0	100,0	30,5	130,0
Değirmigöl	496,5	1,0	65,0	300,0	200,0	18,5	90,0

Ortalama çinko değeri YSKY (2012)'de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS 266, AB ve BK'de tavsiye edilen değerlerde belirlenmiştir (Tebbutt, 1998, TSE, 2005).

Havza içerisinde yapılan başka bir çalışmada Güzelkonak Deresi'nde ortalama çinko değeri 36,5 µg/L olarak bildirilmiştir (Bayram, 2016).

**Tablo 6.** Gölet sularına ait ortalama (ort.), standart hata (SH), en düşük (mim.) ve en yüksek (maks.) değerler.  
**Table 6.** Average, standard error (SE), min. and max. values of pond waters.

Parametre	Ort.	SH	Min	Mak	Parametre	Ort.	SH	Min	Mak
Sıcaklık (°C)	17,9	0,6	16,2	19,1	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	0,023	0,013	0,0	0,081
ÇO (mg/L)	8,27	0,3	7,47	9,15	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	0,22	0,06	0,04	0,45
OD (%)	114,1	4,7	105,4	127,6	NH <sub>3</sub> (mg/L)	0,27	0,07	0,06	0,55
Eİ (µS/cm)	559,5	39,7	482,0	662,0	NH <sub>4</sub> (mg/L)	0,28	0,08	0,06	0,58
Tuzluluk (%)	0,32	0,0	0,27	0,37	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> (mg/L)	0,11	0,06	0,0	0,40
pH	8,88	0,1	8,68	9,00	P (mg/L)	0,03	0,02	0,0	0,13
AKM (mg/L)	44,8	15,1	6,5	110,0	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/L)	25,5	3,6	15,5	41,0
Bulanıklık NTU	41,3	22,7	6,3	106,0	Si (mg/L)	4,5	0,8	2,0	7,5
Cl <sub>2</sub> (mg/L)	26,6	1,6	23,7	29,6	F <sup>-</sup> (mg/L)	0,27	0,06	0,11	0,53
Ca <sup>+2</sup> (mg/L)	322,7	35,9	224,0	413,3	CN <sup>-</sup> (mg/L)	0,000	0,0	0,0	0,002
Mg <sup>+2</sup> (mg/L)	45,0	17,1	16,2	103,8	Co (µg/L)	188,8	106,2	10,5	496,5
T. sertlik (mg/L)	991,7	48,0	793,3	1100,0	Cr <sup>+6</sup> (µg/L)	6,0	2,3	0,0	15,0
CO <sub>3</sub> (mg/L)	305,0	26,3	0,0	325,3	Fe <sup>+2</sup> (µg/L)	56,3	15,7	20,0	120,0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	1026,8	130,1	0,0	1240,3	Mn <sup>+2</sup> (µg/L)	250,0	62,7	100,0	500,0
T. alkalinite (mg/L)	670,8	83,7	466,7	1016,7	Mo (µg/L)	225,0	31,3	100,0	300,0
NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	1,7	0,5	0,4	3,7	Ni (µg/L)	14,4	4,2	3,5	30,5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	7,7	2,1	2,0	16,6	Zn (µg/L)	90,0	9,6	60,0	130,0
NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	0,007	0,004	0,0	0,025					

## SONUÇ

Yapılan bu çalışma ile İran sınırına yakın bölgede bulunan su kaynaklarımız hakkında genel bir su kalitesi değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda havzada su örneği alınan noktaların oksijen ve sıcaklık ortalama değerleri YSKY (2012)'ye göre I. sınıf, TS 266, AB, BK ve WHO standartlarına ve tatlısu balıkları yetiştiriciliğine göre ise uygun değerlerde çıkmıştır. Eİ değerleri YSKY (2012)'ye göre II. sınıf, TS 266'da ise sınır değerler içinde olmuştur. Bulanıklık ortalama değeri AB ve BK'ye göre yüksek çıkarken, ortalama AKM değeri ise TS 266'ya göre yüksek çıkmıştır. Ca ortalama değerleri TS 266 ve BK'de istenilen değerlerin üstünde çıkmış, sertlik bakımından sular çok sert su sınıfında yer almıştır. Nitrit azotu, amonyak azotu, fosfor ve florür YSKY (2012)'ye göre II. sınıfta yer alırken, ağır metallere mangan, molibden ve kobalt yönetmeliklerdeki limit değerlerin üstünde çıkmıştır. Elde edilen bulgular su kalitesi yönetmelikleri açısından değerlendirildiğinde gölet sularının AKM, mangan, molibden ve kobalt değerleri dışında tarımsal faaliyetlerde kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

**Aksoy, T. (2006).** *Silisyumun bitki ve toprakta bulunuşu, dağılımı ve insan sağlığı için önemi.* Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana, Türkiye, 95s.

**APHA. (1995).** *Standard methods for the examination of water and wastewater.* American Public Health, USA, 1008p.

**Arıman, S., Cüce, H., Özbayrak, E., Bakan, G. & Büyükgüngör, H. (2007).** Orta Karadeniz Kıyı Şeridi nehirleri su ve sediman ortalamalarında ağır metal kirliliği. *7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, 24-27 Ekim 2007, İzmir, Türkiye, 863-868.

**Atıcı, A.A., Gültekin, A., Şen, F. & Elp, M. (2016).** Erciş (Van) İlçesi içme sularının su kalitesi özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 517-528. DOI: 10.29133/yyutbd.282756.

**Atıcı, A.A., Elp, M. & Sen, F. (2018).** The effects of sand pits and sand extractions region on Karasu Stream (Van) to water quality criteria. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(10), 6583-6590.

**Aydın, A. (2018).** *Çatakıdibi (Zortul) Çayı'nın (Van) su kalite kriterleri üzerine bir araştırma.* Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van, Türkiye, 121s.

**Baltacı, F. (2000).** *Su Analiz Metotları.* DSİ. İçme ve Kanalizasyon Dairesi Yayınları, Ankara, Türkiye, 335s.

**Bayram, M.S. (2016).** *Van Gölü'ne dökülen Güzelkonak (Arpit) Deresi'nin (Gevaş-Van) su kalite kriterleri üzerine bir araştırma.* Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van, Türkiye, 107s.

**Belli, O. (1997).** *Doğu Anadolu'da Urartu sulama kanalları-Urartian canals in Eastern Anatolia.* Arkeoloji Sanat Yayınları, İstanbul, 64s.

- Bulum, B.Ö. (2015).** *Bendimahi Çayı'nın (Van) su kalite kriterleri üzerine bir araştırma.* Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van, Türkiye, 126s.
- Chapman, D. & Kimstach, V. (1996).** Sediments and water in enviromental monitoring, In: Chapman, D. (Ed), *Water quality and assesments: a guide to use of biota, 2nd ed.*, 1-56 p. E & FN Spon., London, BK.
- Çavuş, A. (2018).** *Aygır Gölü su kalitesi ve yönetimi üzerine bir araştırma.* Doktora Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van, Türkiye, 215s.
- Çavuş, A., Atıcı, A.A. & Şen, F. (2017).** Van-Merkez içme sularının su kalite kriterlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 326-336. DOI: 10.29133/yyutbd.265956.
- Çelik, A. & Kayar, V.N. (2003).** Gediz Nehri'nin kirlilik parametrelerinin tayini ve su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 12(47), 17-22.
- Çetinkaya, O. (1993).** Van Gölü Havzası su kaynakları ve balıkçılık potansiyeli. *Doğu Anadolu I. Su Ürünleri Sempozyumu*, 23-25 Haziran 1993, Erzurum, Türkiye, 71-83.
- Çetinkaya, O. (2003).** *Su kalitesi ders notları*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü. Van, Türkiye, 76s.
- Donahue, I. & Irvine, K. (2003).** Effects of sediment particle size composition on survivorship of benthic invertebrates from Lake Tanganyika, Africa. *Archiv für Hydrobiology*, 157(1), 131-144. DOI: 10.1127/0003-9136/2003/0157-0131.
- Duran, C. (2016).** Taşköprü İlçesindeki (Kastamonu) göl/göletlerin kırsal rekreasyona uygunluğu. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(46), 295-301.
- Elp, M. (2002).** *Koçköprü Baraj Gölü'nde (Van) Yaşayan Siraz (Capoeta capoeta, Guldensteadt, 1772) ve İnci Kefali (Chalcalburnus tarichi, Pallas, 1811) Populasyonları Üzerine Bir Araştırma.* Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 144s.
- EPA. (2009).** Environmental Protection Agency (EPA), National primary drinking water regulations, EPA-816-F-09-0004, USA.
- Göksu, M.Z.L. (2003).** *Su kirliliği.* Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:7, Adana, Türkiye, 232s.
- Gülle, İ. (2005).** *Karacaören I Baraj Gölü (Burdur) planktonunun taksonomik ve ekolojik olarak incelenmesi.* Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 207s.
- HACH. (2005).** *DR 5000 Spectrometer Procedures Manuel*, Erişim tarihi: 10 Haziran 2020, [http://tr.hach.com/quick\\_search\\_download\\_search.jsa?keywords=kullan%C4%B1m](http://tr.hach.com/quick_search_download_search.jsa?keywords=kullan%C4%B1m).
- Karadeniz, H., Birincioğlu, İ., Zazoğlu, S. & Ketenci, H.Ç. (2017).** Siyanür zehirlenmesi ile meydana gelen ölümlerde toksikolojik analizinin önemi: olgu sunumu. *Journal of Forensic Medicine*, 31(2), 96-100. DOI: 10.5505/adlitip.2017.72677.
- Küçükali, S. & Çokgör, Ş. (2019).** Akarsularda farklı kaya parçaları düzeneklerinde oksijen transferinin deneysel olarak incelenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 500-505. DOI: 10.35229/jaes.638186.
- Nisbet, M. & et Verneaux, J. (1970).** Composants chimiques des eaux courantes: discussion et propositions des classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de Limnologie*, 6(2), 161-190.
- Olhan, E. & Ataseven, Y. (2009).** Türkiye'de içme suyu havza alanlarında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabilecek kirliliği önleme ile ilgili yasal düzenlemeler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 161-169.
- Orhon, M. (1997).** Baraj tipleri ve yapım teknikleri. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 391, 12-16.
- Seyhan, Y. (2016).** *Deliçay (Haydarbey Çayı)'ın su kalite kriterlerinin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van, Türkiye, 103s.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O. & Yanık, T. (2012).** Karasu Irmağında ağır metal kirliliğinin tespiti ve su kalitesine göre sınıflandırılması. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43(1), 69-77.
- Şen, F. (2001).** *Nazik Gölü (Ahlal-Bitlis) Sazan (Cyprinus carpio L.1758) Populasyonu Üzerinde Bir Araştırma.* Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum, Türkiye, 140s.
- Tanyolaç, J. (2000).** *Limnoloji.* Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- Taş, B. & Çetin, M. (2011).** Gökgöl (Ordu-Türkiye)'ün bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin incelenmesi. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.*, 1(1), 73-82.
- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö. & Topkara, S. (2010).** Ulugöl (Ordu)'ün bazı fiziko-kimyasal özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences*, 4(3), 254-263.
- Tebbutt, T.H.Y. (1998).** *Principles of water quality control, 5th ed.*, Elsevier Publishing, Woburn, USA, 228p. ISBN: 978-0-7506-3658-2.
- Tepe, Y. & Mutlu, E. (2004).** Yayladağı Görentaş Göleti (Hatay) su kalitesi parametreleri üzerine bir

- araştırma, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **35**(3-4), 201-208.
- Tepe, Y. (2009).** Reyhanlı Yenişehir Gölü (Hatay) su kalitesinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, **18**(70), 38-46.
- TSE. (2005).** *Türk Standardı 266 (TS 266): İnsani Tüketim Amaçlı Sular*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 5s.
- Varol, M. (2015).** Dicle Baraj Gölü su kalitesinin su kirliliği kontrolü yönetmeliği'ne göre değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, **2**(1), 85-91.
- YSKY. (2012).** *Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği*, Erişim tarihi: 10 Haziran 2020, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16806&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>.
- Zweig, L.D. & Rabeni, C.F. (2001).** Biomonitoring for deposited sediment using benthic invertebrates: a test on 4 Missouri streams. *Journal of the North American Benthological Society*, **20**, 643-657.  
[DOI: 10.2307/1468094](https://doi.org/10.2307/1468094).



## Tavuk Kökenli *Enterococcus faecium* ve *Lactobacillus* Türlerinin Probiyotik Özelliklerinin Araştırılması [\*]

Yağmur KOÇAK Alper ÇİFTÇİ\*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Mikrobiyolojisi ABD, Samsun

Geliş/Received: 04.07.2020

Kabul/Accepted: 28.08.2020

Atf yapmak için: Çiftçi, A. & Koçak, Y. (2020). Tavuk Kökenli *Enterococcus faecium* ve *Lactobacillus* Türlerinin Probiyotik Özelliklerinin Araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 356-365.

How to cite: Çiftçi, A. & Koçak, Y. (2020). Investigation of Probiotic Properties of Chicken Originated *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus* Species. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 356-365.

\*id: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8677>  
id: <https://orcid.org/0000-0002-5784-4197>

**Öz:** Bu çalışmada potansiyel probiyotik bakterilerden *Lactobacillus* spp. ve *Enterococcus faecium*'un sağlıklı tavuklardan izolasyonu ve probiyotik olarak kullanılma potansiyellerinin araştırılması amaçlandı. Çalışmada Samsun'da bulunan ticari bir kanatlı hayvan mezbasından 50 adet tavuğa ait bağırsak incelendi. Bağırsak mukozalarından alınan örneklerden *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* bakterilerinin izolasyonu amacıyla selektif besi yerlerine ekim yapıldı. Şüpheli kolonilerin identifikasyonu PCR ile yapıldı. İzole edilen bakterilerin % 0,5-1,0 safra konsantrasyonlarına direnci için Safra Tolerans Testi gerçekleştirildi. İzolatların pH 3 ve pH 5'e direnç durumları pH Tolerans Testi ile belirlendi. İzolatların hidrofobisite %0,03 Kongo Kırmızılı agar kullanılarak incelendi. İzolatların antibiyotik dirençlilikleri dokuz farklı antibiyotik diski kullanılarak Disk Difüzyon Testi ile belirlendi. İzolatların patojen *Escherichia coli* izolatına karşı antagonistik etkilerinin araştırılmasında Radyal Difüzyon yöntemi kullanıldı. Örneklerden 20 adet *E. faecium* ve 9'u *L. acidophilus* olmak üzere 21 adet *Lactobacillus* spp. izole edildi. İzolatların tümünün % 0,5-1,0 safra konsantrasyonlarına, pH 3-5'e dirençli oldukları saptandı. İzolatların tümünün hidrofobik karakterde olduğu, ancak hiçbirinin *E. coli*'ye karşı antagonistik etki göstermediği belirlendi. *E. faecium* izolatlarının 8 tanesi 8 antibiyotiğe karşı dirençli olarak değerlendirildi. *Lactobacillus* spp. izolatlarının 1 tanesinin 5 antibiyotiğe ve *L. acidophilus* izolatlarından da 1 tanesinin 7 antibiyotiğe dirençli olduğu belirlendi ve çoklu dirence sahip suşlar olarak değerlendirildi. Çalışma sonucunda tüm izolatların hidrofobik özellikte olduğu, safra ve düşük pH'ya dirençli olduğu fakat hiçbirinin *E. coli*'ye karşı test edilen koşullarda etkili olmadığı belirlendi. Elde edilen sonuçlar, *E. faecium*, *L. acidophilus* ve *Lactobacillus* spp. izolatlarından çoklu antibiyotik direnci gösterenlerin probiyotik olarak kullanılabilir özellikte olduğunu ve *in vivo* koşullarda etkinlik denemeleri yapılması gerekliliğini göstermektedir.

**\*Sorumlu yazarın:**

Alper ÇİFTÇİ  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner  
Fakültesi, Veterinerlik Mikrobiyolojisi ABD,  
Samsun; Türkiye  
✉: [aciftci@omu.edu.tr](mailto:aciftci@omu.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (505) 615 00 75  
Telefon : +90 (362) 312 19 19  
Faks : +90 (362) 457 69 22

**Anahtar kelimeler:** *Enterococcus faecium*; *Lactobacillus*; probiyotik; tavuk.

## Investigation of Probiotic Properties of Chicken Originated *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus* Species

**Abstract:** In this study, the isolation of *Lactobacillus* spp. and *Enterococcus faecium* and the investigation of the potential use as probiotic were aimed. In a study, 50 chicken intestines taken from a commercial chicken slaughter house in Samsun were investigated. The samples from intestinal mucosae were inoculated to the selective mediums. Suspected colonies were identified by PCR. The isolated bacteria were investigated for bile (0.5-1%) and pH (3-5) resistances. The hydrophobicity's were tested by using 0.03% Congo Red Agar. The antibiotic resistances of the isolates were determined by Disc Diffusion Test for 9 antibiotics. The Radial Diffusion Method was used for determining the antagonistic effects against *Escherichia coli*. Twenty *E. faecium*, 21 *Lactobacillus* spp. (9 *L. acidophilus*) were isolated. All the isolets were resistant to tested bile and pH conditions. All the isolates were hydrophobic, but none of them had an antagonistic effect against *E. coli*. Eight of *E. faecium* isolates were found as resistant to 8 antibiotics. One *Lactobacillus* spp. and 1 *L. acidophilus* isolates were resistant to 5 and 7 antibiotics, respectively. These isolates were evaluated as multi-antibiotic resistant. In conclusion, we detected that all the isolates were hydrophobic, resistant to bile and low pH conditions; but none of them had an antagonistic effect against *Escherichia coli* in tested conditions. These results indicated that the

**\*Corresponding author's:**

Alper ÇİFTÇİ  
Ondokuz Mayıs University, Faculty of  
Veterinary Medicine, Department of  
Veterinary Microbiology, Samsun; Türkiye.  
✉: [aciftci@omu.edu.tr](mailto:aciftci@omu.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (505) 615 00 75  
Telephone : +90 (362) 312 19 19  
Fax : +90 (362) 457 69 22

multi-antibiotic resistant isolates of *E. faecium*, *L. acidophilus* and *Lactobacillus* spp. had a potential of using as a probiotic and further *in vivo* efficiency studies had to be essential for these strains.

**Keywords:** *Enterococcus faecium*; *Lactobacillus*; poultry; probiotics.

## GİRİŞ

Probiyotik terimi “canlı için” (Latince “pro” ve “bios”) anlamına gelmektedir. Güncel araştırmalar ve kullanım alanlarına bağlı olarak probiyotikler, “kalitatif ya da kantitatif olarak bağırsak mikroflorasını etkileyen veya immün sistemin durumunu değiştirerek yararlı etkilerini tetikleyen, insan ve hayvanlar tarafından tüketilen canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlanmaktadır (Fuller, 2004).

Laktik asit bakterileri probiyotik olarak en çok kullanılan mikroorganizmalar olup 6 gruba ayrılırlar (Tannock, 1997). Bunlar; *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Bifidobacterium*’dur. *Bacillus*, *Saccharomyces* ve *Aspergillus* türleri de laktik asit bakterileri dışında probiyotik olarak kullanılan diğer mikroorganizmalar arasında sayılabilir. Laktobasiller fakültatif anaerobik bakteriler olup, pH 3.0’e kadar tolerans göstermektedir. Böylece bu bakteriler düşük mide pH’sında canlılıklarını koruyarak, bağırsak kanalına geçip etkilerini burada gerçekleştirirler. Duodenumda safra tuzlarından etkilenmezler. Ayrıca, pek çok *Lactobacillus* suşu 45-48°C gibi yüksek ısı ve basınca nispeten dayanıklı olduğundan yem yapım işlemleri sırasında ısı ve basınçtan etkilenmeyerek canlılıklarını koruyabilir. Enterokoklar, fakültatif anaerobik, 10°C ve 45°C’de, pH 9,6’da, % 6,5 NaCl’ de % 40 safra tuzunda gelişebilen bakterilerdir. *E. faecium* ve *E. faecalis*, bağırsak hastalıklarındaki etkileri nedeniyle geçmişte probiyotik olarak kullanılmıştır. Bakteriyosin üretimi gibi özelliklere sahip olsalar da, patojenlere antimikrobiyel direnç aktarımına neden olabileceklerinden endişe duyulmaktadır. Bu bakterilerin ticari formları ilaç preparasyonları haline getirilmiştir (Mombelli & Gismondo, 2000).

Kanatlı hayvanların büyümesi ve sağlıklı olarak yetiştirilmesi özellikle ince bağırsaklarda besinlerin emilim ve yararlanım kapasiteleri ile ilişkilidir. Söz konusu emilim ve sindirimin oluşumu da bağırsak kanalındaki yararlı mikroorganizmaların varlığı ve oranı ile direkt olarak bağlantılıdır. Bağırsak mikroflorası hayvanların büyüme ve gelişme oranını etkilemektedir. Sabit ve dengeli bir bağırsak florası sindirimin iyi olmasını, yemden yararlanmanın artmasını ve enfeksiyonlara karşı direnci sağlamaktadır (Suzuki vd., 1989). Normal koşullar altında, yumurtadan steril halde çıkan civcivler, 2-5 saat içerisinde çevrede var olan çeşitli mikroorganizmalara maruz kalmaktadır. Bu mikroorganizmaların alınması ile gastrointestinal sistemde mikroflora şekillenmeye

başlamaktadır (Vanbelle vd., 1990). Kanatlı hayvanlarda bağırsak mikroflorasının kaynağını kursak mikroflorası oluşturmaktadır (Fuller, 1989). Doğal koşullarda bağırsak florasının büyük bir bölümü, laktik asit bakterileri (*Lactobacillus* spp.) ile beraber anaerob bakteriler tarafından oluşturulmaktadır. Geriye kalan az bir kısım ise *Escherichia coli*, *Enterococcus* spp., *Clostridium* spp., *Staphylococcus* spp. vb. tarafından meydana getirilmektedir (Kung, 1990). Kanatlı hayvanlarda florayı oluşturan laktik asit bakterileri genellikle kursak epitelyum hücreleri üzerinde yerleşmekte ve nişasta partikülleri üzerine yapışarak organik asitlerin üretilmesi ve pH’nın 4.5 ya da daha aşağılara düşmesini sağlamak suretiyle sindirime yardımcı olmaktadır. Normal gastrointestinal mikroflora üzerine yapılan araştırmalarda bağırsaklarda  $10^{14}$  kob mikroorganizma bulunmuş ve bu sayının 400 türden fazla mikroorganizma tarafından oluşturulduğu bildirilmiştir (Vanbelle vd., 1990).

Probiyotik uygulamaları kanatlı hayvan sektöründe biyogüvenlik uygulamaları kapsamında son yıllarda güvenle uygulanan yöntemlerin başında yer almaktadır. Bu çalışma, potansiyel probiyotik bakterilerden olan *Lactobacillus* spp. ve *Enterococcus faecium*’un sağlıklı tavuklardan izolasyonunu ve izole edilen bakterilerin probiyotik olarak kullanılma potansiyellerini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### *Hayvan Materyali ve Bakteriyolojik İzolasyon:*

Çalışmada *E. coli*’ye karşı antagonistik etki gösteren *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* bakterilerinin izolasyonu amacıyla Kavak/Samsun’da bulunan kanatlı hayvan mezbahasında kesim aşamasında olan 50 adet tavuğa ait bağırsak alındı.

Bağırsaklar steril şartlar altında kesilip, duodenum mukozasından lam ile kazıntı alındı. Alınan örnekler steril fizyolojik tuzlu su (FTS) ile 1/10 (v/v) oranında homojenize edildi. Süspansiyonlardan  $10^{-8}$ e kadar steril fizyolojik tuzlu su ile dilüsyonlar hazırlandı. Hazırlanan dilüsyonlar *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* izolasyonu için kullanıldı.

*Enterococcus faecium* selektif izolasyonu için  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  ve  $10^{-4}$ ’lük dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak 3 adet Bile Esculin Agar (BEA)’a yayma tarzında ekim yapıldı (Gülhan vd., 2015; Strompofova vd., 2004;). Ekim yapılan besi yerleri 37°C’de 24 saat süreyle aerobik koşullarda

inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi siyah renkli-  
eskülün pozitif bakteri kolonisi içeren besi yerleri  
değerlendirmeye alındı.

*Lactobacillus* spp. selektif izolasyonu amacıyla  
10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup> ve 10<sup>-4</sup> lük dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak 3 adet  
De Man, Rogosa ve Sharpemrs (MRS) agar'a ekim yapıldı.  
Anaerobik koşullarda (Anaerobic gas pack ile jar  
içerisinde) 48 saat 35°C'de inkübe edildi. İnkübasyon  
süresi sonunda besi yerleri değerlendirmeye alındı  
(Sieladie vd., 2011).

**Genotipik İdentifikasyon:** Genotipik  
identifikasyon amacıyla *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium*

şüpheli izolatların prensibi spin kolon ile filtrasyon  
sistemine dayanan ticari DNA ekstraksiyon kiti (Thermo  
Scientific, GeneJET Genomic DNA Purifikasyon Kiti)  
kullanılarak üretici firmanın talimatlarına göre DNA  
ekstraksiyonları gerçekleştirildi.

*Enterococcus* spp. ve *Lactobacillus* spp.'nin  
moleküler identifikasyonu cinse ve *E. faecium* ve *L.*  
*acidophilus* için ise türe özel primerler kullanılarak  
literatürde bildirilen yöntemle PCR ile gerçekleştirildi.  
Reaksiyonda kullanılan oligonükleotid primerler Tablo  
1'de gösterildi.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan oligonükleotid primer dizileri.

**Table 1.** Oligonucleotide primer sequences used in the study.

Bakteri	Primer	Oligonükleotid dizisi (5'-3')	Boyut	Referans
<i>Enterococcus</i> spp.	ENT1 ENT2	TACTGACAAACCATTCATGATG AACTTCGTCACCAACGCGAAC	112	Ke vd. (1999)
<i>Enterococcus faecium</i>	FM1 FM2	GAAAAACAATAGAAGAATTAT TGCTTTTTGAATTCTCTTTA	215	Jackson vd. (2004)
<i>Lactobacillus</i> spp.	Lacto F Lacto R	TGGAAACAGGTGCTAATACCG CCATTGTGGAAGATTCCC	230	Markiewicz & Biedrzycka (2005)
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	LacidoF LacidoR	CACTTCGGTGATGACGTTGG CGATGCAGTTCCTCGGTTAAGC	575	Sul vd. (2007)

#### **İzolatların Safra Toleranslarının Belirlenmesi:**

İzolatların safra toleransının belirlenmesi amacıyla steril  
FTS içerisinde 10<sup>7</sup> kob/ml olacak şekilde süspansiyonları  
hazırlandı. Safra tolerans testi % 0,5 ve %1,0 safra  
konsantrasyonları için test edildi. Bu amaçla; her bir  
*Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* izolatı için ayrı ayrı  
olmak üzere steril mikroplyet kuyucuklarına % 0,5 ve %1,0  
oranında safra içeren 200 µl steril PBS konuldu.  
Kuyucuklara 10<sup>7</sup> kob/ml olacak şekilde hazırlanmış olan  
test edilecek izolatlardan 20 µl inokule edildi. Her izolat  
için bir kuyucuk da kontrol olarak tasarlandı ve bu  
kuyucuğa safra içermeyen 200 µl bakteri süspansiyonu  
eklendi. *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* içeren  
mikroplyetler sırasıyla 35°C ve 37°C'de 1,5 saat  
inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda her  
kuyucuktaki süspansiyon 10<sup>-5</sup>'e kadar seyreltilerek 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>  
ve 10<sup>-4</sup> lük dilüsyonlardan *Lactobacillus* spp. için 3'er  
adet MRS agara, *E. faecium* için de 3'er adet BEA'ya 50  
□l olmak üzere yayma tarzında ekim yapıldı. Besi yerleri  
*Lactobacillus* spp. için 35°C'de 48 saat (anaerobik  
koşullarda) ve *E. faecium* için 37°C'de 24 saat süreyle  
inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda canlı  
bakteri sayımı yapılarak, izolatların safra toleransları  
belirlendi (Hassanzadazar vd., 2012; Sahadeva vd., 2011;  
Strompfova vd., 2004).

#### **İzolatların pH Toleranslarının Belirlenmesi:**

İzolatların pH toleransının belirlenmesi amacıyla steril  
FTS içerisinde 10<sup>7</sup> kob/ml olacak şekilde süspansiyonları  
hazırlandı. pH tolerans testi pH 3 ve pH 5 için test edildi.  
Bu amaçla; her bir *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* izolatı  
için ayrı ayrı olmak üzere steril mikroplyet kuyucuklarına

5N'lık HCl ile pH 3 ve pH 5'e ayarlanan 200 µl steril PBS  
konuldu. Kuyucuklara 10<sup>7</sup> kob/ml olarak hazırlanmış olan  
test edilecek izolatlardan 20 µl inokule edildi. Her izolat  
için bir kuyucuk da kontrol olarak tasarlandı ve bu  
kuyucuklara pH 7'ye ayarlanmış olan 200 µl bakteri  
süspansiyonu eklendi. *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium*  
içeren mikroplyetler sırasıyla 35°C ve 37°C'de 1.5 saat  
inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda her  
kuyucuktaki süspansiyon 10<sup>-5</sup>'e kadar seyreltilerek 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>  
ve 10<sup>-4</sup> lük dilüsyonlardan *Lactobacillus* spp. için 3'er  
adet MRS agara, *E. faecium* için de 3'er adet BEA'ya 50  
µl olmak üzere yayma tarzında ekim yapıldı. Besi yerleri  
*Lactobacillus* spp. için 35°C'de 48 saat (anaerobik  
koşullarda) ve *E. faecium* için 37°C'de 24 saat  
inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda canlı  
bakteri sayımı yapılarak, izolatların pH toleransları  
belirlendi (Hassanzadazar vd., 2012; Sahadeva vd., 2011;  
Strompfova vd., 2004).

#### **İzolatların Hidrofobisitesinin Belirlenmesi:**

İzolatların hidrofobisitesinin belirlenmesi için % 0,03  
Kongo Kırmızısı karıştırılmış TSA ve MRS agar  
hazırlandı. İzolatlar *Lactobacillus* spp. için Kongo  
kırmızısı içeren MRS agara, *E. faecium* için de kongo  
kırmızısı içeren TSA'ya ekildi ve sırasıyla 35°C'de 48 saat  
(anaerobik koşullarda) ve 37°C'de 24 saat inkübasyona  
bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda koloniler renklerine  
göre değerlendirildi. Kırmızı koloniler pozitif (hidrofobik),  
beyaz veya renksiz koloniler ise negatif (non-hidrofobik)  
olarak kabul edildi (Sharma vd., 2006).

**İzolatların Antimikrobiyal Duyarlılıklarının  
Belirlenmesi:** İzolatların antibiyotik dirençlilik/duyarlılık

profilleri amoksisilin (25 µg), amoksisilin/klavulanik asit (20/10 µg), ampisilin (10 µg), enrofloksasin (5 µg), eritromisin (15 µg), linkomisin (2 µg), neomisin (30 µg), oksitetrasiklin (30 µg) ve trimetoprim/sulfametaksazol (1.25/23.75 µg) antibiyotik diskleri kullanılarak Kirby Bauer Disk Difüzyon testi ile belirlendi (CLSI, 2013). Antibiyotik disklerinin yerleştirilmesi sonrasında *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* için sırasıyla 35°C'de 48 saat (anaerobik koşullarda) ve 37°C'de 48 ve 24 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda inhibisyon çapları ölçüldü ve direnç profilleri antibiyotik diski üreticisi firmanın bildirmiş olduğu zon çaplarına göre değerlendirildi.

İzolatların *E. coli*'ye Karşı *in vitro* Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi: İshalli tavuklardan izole edilmiş olan ve kültür koleksiyonumuzda bulunan patojen *E. coli* izolatına karşı, tavukların bağırsak mikroflorasından izole edilen bakterilerin antagonistik etkilerinin araştırılmasında Radyal Difüzyon yöntemi kullanıldı (Abdel-Daim vd., 2013; Hassanzadazar vd., 2012; Hjelm vd., 2004). Bu amaçla *E. coli* izolatının 0,5 Mc Farland konsantrasyonundaki sıvı kültüründen 100 µl alınarak, döküm sıcaklığına kadar soğutulmuş 500 ml TSA'ya 50 µl olmak üzere ilave edildi. Bakterinin besi yerinde homojen bir şekilde dağılımı için döküm öncesinde iyice karıştırıldı. Patojen *E. coli* izolatının ilave edildiği besi yerlerinin petrilere dökümü yapıldı ve 15 dk beklendikten sonra her bir besi yeri üzerine steril durhaym tüpleri kullanılarak yaklaşık 5 mm çapında 4 adet çukur açıldı. Besi yeri üzerinde açılan çukurlara, test edilecek izolatların 0,5 Mc Farland konsantrasyonundaki taze sıvı kültürlerinden 150 µl ilave edildi. Besi yerleri 37°C'de 24 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası kuyucukların etrafında oluşan şeffaf inhibisyon zonlarının ölçümü yapıldı.

## BULGULAR

**Bakteriyolojik İzolasyon:** *Enterococcus faecium* selektif izolasyonu için Bile Esculin Agar'a yapılan inokulasyon sonucunda 115 adet eskulin pozitif bakteri kolonisi şüpheli olarak değerlendirildi. Gram boyama sonucunda tüm şüpheli izolatların Gram pozitif-kok morfolojisinde ve katalaz negatif olduğu belirlendi.

*Lactobacillus* spp. izolasyonu amacıyla MRS agara yapılmış olan ekimler sonucunda 67 adet şüpheli koloni belirlendi. Yapılmış olan Gram boyama sonucunda tüm şüpheli izolatların Gram pozitif-çomak morfolojisinde ve katalaz negatif olduğu saptandı.

**Genotipik İdentifikasyon:** *Enterococcus* spp.'nin cins düzeyinde identifikasyonu için yapılan PCR sonucunda test edilen 115 şüpheli izolatın tamamının *Enterococcus* spp. olduğu belirlendi. *Enterococcus* spp.

pozitif olarak bulunan izolatlar *E. faecium* spesifik PCR ile tanımlanmıştır. İncelenen 115 *Enterococcus* spp. izolatının 20 adetinin pozitif bant verdiği saptandı ve *E. faecium* olarak tanımlanmıştır. Belirlenen 20 izolat diğer testlerde kullanılmak üzere seçildi.

*Lactobacillus* spp.'nin cins düzeyinde identifikasyonu için yapılan PCR sonucunda test edilen 67 şüpheli izolatın 21 adetinin *Lactobacillus* spp. olduğu belirlendi. *Lactobacillus* spp. pozitif olarak bulunan izolatlar *L. acidophilus* spesifik PCR ile tür düzeyinde tanımlanmıştır. İncelenen 21 *Lactobacillus* spp. izolatının 9 adetinin pozitif bant verdiği saptandı ve *L. acidophilus* olarak tanımlanmıştır. *Lactobacillus* spp. olarak tanımlanmıştır. 21 izolat diğer testlerde kullanılmak üzere seçildi.

### İzolatların Safra Toleranslarının Belirlenmesi:

İzolatların safra toleransları, %0,5 ve %1,0 safra konsantrasyonlarında canlılıklarını muhafaza etmelerinin tespiti ile belirlendi. Çalışmada incelenen izolatların safra tolerans testi sonrasında canlı kalma oranları hesaplandı. Test sonucunda canlı kalma oranları Tablo 2 ve Tablo 3'te sunuldu.

**Tablo 2.** *E. faecium* izolatlarının safra tolerans testi sonucunda canlı kalma oranları (%).

**Table 2.** Survival rates of *E. faecium* isolates as a result of bile tolerance test (%).

İzolat no	%0,5 safra	%1safra
EFM01.1	90,91	90,91
EFM02.1	92,31	92,31
EFM05.2	84,62	76,92
EFM10.8	100,00	80,00
EFM16.1	83,33	75,00
EFM18.3	90,91	90,91
EFM20.2	66,67	66,67
EFM21.1	84,62	76,92
EFM24.1	92,31	84,62
EFM27.2	83,33	83,33
EFM32.1	71,43	71,43
EFM34.2	90,91	81,82
EFM36.1	86,67	86,67
EFM37.1	92,86	92,86
EFM38.2	91,67	83,33
EFM39.1	83,33	83,33
EFM40.1	100,00	90,00
EFM41.3	75,00	75,00
EFM46.1	100,00	75,00
EFM49.2	90,91	90,91

**Tablo 3.** *Lactobacillus* spp. izolatlarının safra tolerans testi sonucunda canlı kalma oranları (%)

**Table 3.** Survival rates of *Lactobacillus* spp. isolates as a result of bile tolerance test (%)

İzolat no	%0,5	%1
LB02.1	96,25	96,25
LB05.2	100,00	95,40
LB14.3	100,00	96,77
LB16.3	100,00	95,24
LB20.2	95,71	95,71
LB26.1	100,00	95,89
LB35.1	100,00	94,00
LB46.1	89,55	89,55
LB49.3	95,71	95,71
LB03.2	100,00	94,03
LB04.1	92,98	87,72
LB11.1	100,00	95,24
LB13.1	100,00	96,25
LB15.3	96,39	96,39
LB21.1	95,71	95,71
LB23.2	94,81	90,91
LB30.1	100,00	95,71
LB32.2	100,00	95,00
LB37.1	100,00	95,24
LB45.1	92,98	92,98
LB50.1	94,03	94,03



**İzolatların pH Toleranslarının Belirlenmesi:**

İzolatların pH toleransının belirlenmesi pH 3 ve pH 5'te canlılıklarını muhafaza etme oranlarının belirlenmesi suretiyle incelendi. Test sonucunda canlı bakteri sayımı yapılarak, izolatların pH toleransları belirlendi. Test sonuçları Tablo 4 ve Tablo 5'te sunuldu.

**Tablo 4.** *E. faecium* izolatlarının pH tolerans testi sonucunda canlı kalma oranları (%).

**Table 4.** Survival rates (%) of *E. faecium* isolates as a result of pH tolerance test.

İzolat no	pH 5	pH 3
EFM01.1	100,00	90,91
EFM02.1	100,00	100,00
EFM05.2	76,92	76,92
EFM10.8	100,00	80,00
EFM16.1	83,33	83,33
EFM18.3	90,00	90,00
EFM20.2	100,00	100,00
EFM21.1	92,31	84,62
EFM24.1	100,00	91,67
EFM27.2	100,00	83,33
EFM32.1	100,00	85,71
EFM34.2	90,91	90,91
EFM36.1	92,31	92,31
EFM37.1	92,86	92,86
EFM38.2	100,00	91,67
EFM39.1	91,67	91,67
EFM40.1	100,00	100,00
EFM41.3	75,00	75,00
EFM46.1	75,00	75,00
EFM49.2	90,91	90,91

**Tablo 5.** *Lactobacillus* spp. izolatlarının pH tolerans testi sonucunda canlı kalma oranları (%).

**Table 5.** Survival rates (%) of *Lactobacillus* spp. isolates as a result of pH tolerance test.

İzolat no	pH 5	pH 3
LB02.1	100,00	100,00
LB05.2	100,00	95,40
LB14.3	96,77	93,55
LB16.3	95,24	84,13
LB20.2	100,00	95,71
LB26.1	95,89	91,78
LB35.1	100,00	100,00
LB46.1	94,03	94,03
LB49.3	95,71	95,71
LB03.2	100,00	89,55
LB04.1	100,00	92,98
LB11.1	95,24	95,24
LB13.1	100,00	91,25
LB15.3	96,39	96,39
LB21.1	95,71	90,00
LB23.2	100,00	94,81
LB30.1	100,00	90,00
LB32.2	100,00	95,00
LB37.1	95,24	90,48
LB45.1	92,98	92,98
LB50.1	100,00	89,55

**İzolatların Hidrofobisiterinin Belirlenmesi:**

İzolatların hidrofobisiterinin belirlenmesi için % 0,03 Kongo Kırmızısı karıştırılmış katı besi yerlerine inokule edilen *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* izolatlarının tümünün inkübasyon süresi sonunda pembe-kırmızı koloniler oluşturduğu görüldü. Değerlendirme sonucunda tüm izolatlar pozitif olarak değerlendirildi. Bu sonuca göre izolatların hepsinin hidrofobik oldukları belirlendi.

**İzolatların Antimikrobiyal Duyarlılıklarının**

**Belirlenmesi:** *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* izolatlarının incelenen antibiyotiklere karşı direnç profilleri Tablo 6'da gösterildi.

İzolatlar çoklu antibiyotik dirençliliklerine göre de değerlendirildi. İzolatların çoklu antibiyotik direnç profilleri Tablo 7'de sunuldu.

**Tablo 6.** Çalışma kapsamında izole edilen bakterilerin antibiyotik direnç profilleri.

**Table 6.** Antibiotic resistance profiles of the bacteria isolated in the study.

		AMP	N	AMC	OT	E	AX	EX	L	SXT
<i>E. faecium</i> (n=20)	S	1	0	2	2	0	6	0	0	9
	I	0	1	0	0	2	12	9	0	2
	R	19	19	18	18	18	2	11	20	9
<i>Lactobacillus</i> spp. (n=12)	S	11	2	12	9	11	12	6	2	2
	I	0	0	0	0	0	0	3	0	3
	R	1	10	0	3	1	0	3	10	7
<i>L. acidophilus</i> (n=9)	S	5	0	9	5	5	9	5	2	1
	I	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	R	4	9	0	4	4	0	4	7	7

S: duyarlı; I: orta derecede duyarlı; R: dirençli; AX: amoksisilin; AMC: amoksisilin/klavulanik asit; AMP:ampisilin; EX: enrofloksasin; E: eritromisin; L: linkomisin; N: neomisin; OT: oksitetrasiklin; SXT: trimetoprim/sulfametaksazol.

**Tablo 7.** İzolatların çoklu antibiyotik direnç profilleri.

**Table 7.** Multiple antibiotic resistance profiles of the isolates.

Dirençli antibiyotikler (n)	<i>E. faecium</i> (n=20)	<i>L. acidophilus</i> (n=9)	<i>Lactobacillus</i> spp. (n=21)
0	—	—	1
1	—	—	—
2	—	2	4
3	—	1	7
4	2	1	3
5	2	3	4
6	4	1	1
7	4	1	1
8	8	—	—
9	—	—	—

**İzolatların *E. coli*'ye Karşı *in vitro* Antagonistik**

**Etkilerinin Belirlenmesi:** İshalli tavuklardan izole edilmiş olan ve kültür koleksiyonumuzda bulunan patojen *E. coli* izolatına karşı, tavukların bağırsak mikroflorasından izole edilen bakterilerin antagonistik etkilerinin araştırılmasında Radyal Difüzyon yöntemi kullanıldı. Değerlendirme kuyucukların etrafında oluşan şeffaf inhibisyon zonlarının ölçümü ile gerçekleştirildi. Değerlendirme sonucunda izolatların bulunduğu kuyucuklar etrafında inhibisyon zonları görülmedi ve izolatların hiçbirisinin *E. coli*'ye karşı *in vitro* antagonistik etki göstermediği belirlendi.

**TARTIŞMA VE SONUÇ**

İnsan ve hayvanların bağırsaklarında patojen mikroorganizmalara karşı antagonistik etki gösteren, bağırsak mikroflorası üzerine yararlı etkiler oluşturan ve patojen olmayan, probiyotik bakterilerden en yaygın kullanılanları laktik asit bakterileridir. Oral yol ile vücuda alınan probiyotik bakteriler gastrointestinal sistemden geçişleri sırasında canlılıklarını korumalarını engelleyen bir takım faktörlere maruz kalırlar. Laktik asit bakterilerinin gastrointestinal sistemde canlılıklarını korumaları ince bağırsakta safra tuzuna ve düşük pH'ya dayanımlarına bağlıdır (Marteau vd., 1997). Bakteriler bağırsağa belli bir sayının üzerinde ve canlılıklarını korumuş olarak ulaşmalıdır. Probiyotiklerde aranan özelliklerden birisi de bu şekilde stabil olmaları, düşük pH ve safra tuzları gibi olumsuz çevre koşullarından etkilenmeden bağırsakta metabolize olmalarıdır. Probiyotik suş seçiminde dikkate alınması gereken safra konsantrasyonları konusunda araştırmacılar arasında farklı görüşler bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar % 10 gibi yüksek

safranın konsantrasyonunun test edilmesini savunurken, bazıları ise %0,5'e kadar toleransın olmasının yeterli olduğu görüşünü savunmaktadırlar (Pérez-Sánchez vd., 2011a). Balıklarda yapılan bir çalışmada, *Lactobacillus* suşlarının % 1 safranın koşullarında 3 saat inkübasyonu takiben sayılarının değişmediğini belirlenmiştir (Pérez-Sánchez vd., 2011b). Benzer bir çalışmada, antagonistik etkili olduğu bilinen *Lactobacillus* suşları 1,5 saat süreyle % 2,5-10 konsantrasyonunda safraya maruz bırakılmış ve suşların hayatta kalabildikleri bildirilmiştir (Balcazar vd., 2008). Sabir vd., (2010) laktobasil suşlarının %0,3 konsantrasyonundaki safrayı % 72-92 arasında değişen oranlarda tolere ettiklerini saptamışlardır. Jin vd., (1998) tavuk bağırsağından elde ettikleri 12 *Lactobacillus* suşunun % 0,3'lük tavuk safrasına toleransını belirlemek için yaptıkları çalışmada, tolerans oranını belirtmeden suşlardan bazılarının safradan hafif etkilendiğini, büyük bir kısmının ise etkilenmediğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmada inceledikleri tüm suşların tavuk bağırsak ortamını tolere edebileceğini bildirmişlerdir. Shin vd., (2008) tavuk intestinal kanalından izole ettikleri *E. faecium*'un % 5'lik safranın konsantrasyonuna toleranslı olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada izolatların safranın toleransları, %0,5 ve %1,0'lik safranın konsantrasyonlarında canlılıklarını muhafaza etmelerinin tespiti ile belirlenmiştir. Bu amaçla; her bir *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* izolatu ayrı ayrı olmak üzere test edilmiş ve tüm izolatların %0,5 ve %1,0'lık safranın konsantrasyonlarında canlılıklarını korudukları ve test edilen safranın konsantrasyonlarına dirençli oldukları belirlenmiştir.

Probiyotik olarak kullanımları düşünülen bakterilerin düşük pH değerlerine toleranslı olmaları, mideden geçişleri esnasında hayatta kalmalarını sağlamaktadır. Jin vd. (1998) tavuk bağırsağından elde ettikleri 12 *Lactobacillus* suşu için yaptıkları pH tolerans testinde çoğu suşun asit pH'ya toleranslı olduğunu bulmuşlar fakat oran bildirmemişlerdir. Araştırmacılar inceledikleri suşların pH 0,5-1,2'de düşük, pH 3'te orta ve pH 4-5'te yüksek oranda canlılıklarını sürdürdüklerini bildirmişlerdir. Shin vd., (2008) tavuk intestinal kanalından izole ettikleri *E. faecium* ile diğer aday probiyotik bakterilerin pH 3'te canlılıklarını sürdürme oranlarını incelemişler ve *E. faecium*'un pH 3'e diğer bakterilere göre daha dayanıklı olduğunu rapor etmişlerdir. Sabir vd., (2010) pH 3,5 gibi asidik bir ortamda laktik asit bakterilerinin canlılıklarını %85-96'lık bir oranda koruduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada izolatların pH toleransının belirlenmesi pH 3 ve pH 5'te test edilmiştir. Test sonucunda canlı bakteri sayımı yapılarak, izolatların pH toleransları belirlenmiştir. Tüm izolatların pH 3 ve pH 5'te canlılıklarını korudukları ve test edilen pH koşullarına dirençli oldukları belirlenmiştir.

Bakterilerin bağırsaktaki epitel yüzeylere adezyonu ve kolonizasyonu, immün sistem aktivasyon ve patojenlere karşı antagonistik aktivitenin ön şartı olarak gösterilmektedir. Bu nedenle adezyon, probiyotik seçiminin asıl kriteri olarak kabul edilmektedir. Probiyotik bakterilerin bağırsağa ulaşması sonrasında, bağırsaktaki peristaltik hareketler ile bağırsaktan atılmaması için bağırsak epitel hücrelerine tutunması gerekmektedir. Probiyotik bakterilerin adezyonu aynı zamanda gastrointestinal sistemi etkileyen enfeksiyonların önlenmesi için de önemlidir. Probiyotiklerin patojen mikroorganizmalara karşı intestinal sistemde bir bariyer oluşturarak, epitel hücrelerin bu mikroorganizmalarla bağlanma derecesini azalttığı düşünülmektedir. Bu nedenle de bağırsak epitel hücrelerine adezyon yeteneği, potansiyel probiyotik suşlar için önemli bir özelliktir. Laktik asit bakterileri sahip oldukları çeşitli yüzey determinantları sayesinde intestinal epitel hücrelere adeze olabilmektedir. Laktik asit bakterilerinin adezyonunun pasif kuvvetler, elektrostatik ilişkiler, hidrofobisite, sterik kuvvetler, lipoteikoik asit ve lektinlerle kaplı özgün yapılarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Servin & Coconnier, 2003). *L. acidophilus* suşlarının adezyonunda proteaza dirençli ve bakteri yüzeyi ile bağlantılı bakteriyel bileşik görev almaktadır (Greene & Klaenhammer, 1994). Hidrofobisitenin bakterilere kazandırdığı en önemli özellik mikroorganizmaların epitel yüzeylere tutunmasını sağlamasıdır. Bakterilerin hidrofobik özellikte olmaları, bağırsak epitel hücrelerine tutunma kabiliyetlerinin olduğunu göstermektedir (Rinkinen vd., 2004). Pan vd., (2006) inceledikleri laktik asit bakterilerinin bağırsak epitel hücrelerine tutunma yeteneklerinin olduğunu ve hidrofobik suşların güçlü bir tutunma kabiliyeti gösterdiğini bildirmişlerdir. Pérez-Sánchez vd., (2011a), inceledikleri balık izolatu laktobasil suşlarının tamamının hidrofobik özellikte olduklarını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada bakterilerin intestinal mukozaya tutunma yetenekleri, hidrofobisite özelliklerinin incelenmesi ile belirlenmiştir. İzolatların hidrofobisitelerinin belirlenmesi için % 0,03 Kongo Kırmızısı karıştırılmış besi yerlerine inokule edilen *Lactobacillus* spp. ve *E. faecium* izolatlarının tümünün inkübasyon süresi sonunda pembe-kırmızı koloniler oluşturduğu görülmüştür. Değerlendirme sonucunda tüm izolatlar pozitif olarak değerlendirilmiş ve hidrofobik oldukları belirlenmiştir. Bu sonuç da incelediğimiz izolatların tamamının intestinal mukozaya tutunma özelliğinde olduğunu göstermiştir.

Probiyotik olarak kullanılacak bakterilerde aranan özelliklerden birisi de antibiyotiklere dirençli olmalarıdır. Diyare gibi antibiyotik kullanımına bağlı olarak ortaya çıkabilen hastalıklarda bağırsak florasını düzenlemek amacı ile probiyotikler kullanılmaktadır. Dolayısı ile uygulanacak probiyotik bakterilerinin bağırsaktaki

antibiyotiklerden etkilenmemeleri gerekmektedir. Aynı şekilde hasta hayvanların bağırsaklarında antibiyotik metabolitleri de bulunabilmektedir. Bu nedenle sadece antibiyotiğe dirençli olan probiyotik bakteri suşları bağırsaklarda kolonize olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda laktik asit bakterilerinin bağırsak sisteminde antibiyotiğe dirençli patojenlerin plazmidlerini parçaladıkları belirlenmiştir (Tannock, 1997). Laktik asit bakterileri antimikrobiyel dirençlilikler sayesinde bağırsaklarda istenmeyen bakterilerin çoğalma hızını kontrol ederek mikrofloranın dengede olmasını sağlarlar. Bu çalışmada izole edilen bakterilerin amoksisilin, amoksisilin/klavulanik asit, ampisilin, enrofloksasin, eritromisin, linkomisin, neomisin, oksitetrasiklin ve trimetoprim/sulfametaksazol antibiyotiklerine karşı direnç durumları incelenmiştir. *E. faecium* izolatlarının %95'i ampisilin ve neomisine, %90'ı eritromisin, amoksisilin/klavulanik asit ve oksitetrasikline, %80'i linkomisine, %55'i enrofloksasine, %45'i de trimetoprim/sulfametaksazola ve %10'u amoksisiline karşı dirençli bulundu. Aarestrup vd., (2000) tarafından yapılan bir çalışmada broyler tavuklarından izole edilen *E. faecium* izolatlarında avilamisin (%35), glikopeptit (%10), vankomisin (%17), eritromisin (%74), tetrasiklin (%32), kanamisin (%1) ve streptomisin (%3)'e direnç saptanmıştır. Dilik & İstanbulluoğlu (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada entansif broyler işletmeleri ile kırsal tavukçuluk işletmelerinde 400 örnek incelenmiş ve izole edilen suşların penisiline % 5,6, tetrasikline % 72, eritromisine % 59,3, enrofloksasine % 8,7, rifampine % 10,9, vankomisine % 0,4, yüksek düzey streptomisin ve gentamisine % 6,5 ve % 23,1 oranında dirençli oldukları saptanmıştır. Suşların % 100'ünün ise linezolid ve teikoplanin antibiyotiklerine karşı duyarlı olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada izolatlar çoklu antibiyotik dirençliliklerine göre de değerlendirilmiştir. Buna göre 20 adet *E. faecium* izolatının 2 tanesi 4 antibiyotiğe, 2 tanesi 5 antibiyotiğe, 4 tanesi 6 antibiyotiğe, 4 tanesi 7 antibiyotiğe ve 8 tanesi 8 antibiyotiğe karşı dirençli olarak bulundu. Bu sonuçlar çalışmada izole edilen *E. faecium* izolatlarından çoklu antibiyotik direnci gösterenlerin probiyotik olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğunu gösterdi.

Çalışmada izole edilen *Lactobacillus* spp. izolatlarının %83,3'ü linkomisin ve neomisine, %58,3'ü de trimetoprim/sulfametaksazola, %25'i oksitetrasikline ve %8,3'ü ampisilin, enrofloksasin ve eritromisine karşı dirençli bulunmuşlardır. İzolatların tamamının amoksisilin ve amoksisilin/klavulanik asite duyarlı olduğu belirlendi. *L. acidophilus* izolatlarının ise %44,4'ü ampisiline, %44,4'ü enrofloksasin, oksitetrasiklin ve eritromisine, %77,8'i linkomisine, %100'ü neomisine ve %77,8'i de trimetoprim/sulfametaksazola karşı dirençli bulundu.

İzolatların tümünün amoksisilin ve amoksisilin/klavulanik asite karşı ise duyarlı olduğu tespit edildi. Turhan & Erginkaya, (2016) tarafından ticari probiyotik örneklerinden *Lactobacillus* spp. ve *L. acidophilus* suşlarının antibiyotik direnç durumlarını belirlemek için yaptıkları çalışmada *Lactobacillus* spp. izolatlarında vankomisin (%20), tetrasiklin (%20), ampisilin (%20), gentamisin (%20) ve siprofloksasine (%80) karşı direnç saptamışlardır. Suşların eritromisin, kloramfenikol ve nitrofurantoin'e ise %100 oranında duyarlı oldukları belirlenmiştir. *L. acidophilus* izolatlarında ise gentamisin (%25) ve siprofloksasine (%75) karşı dirençli saptanırken, tüm *L. acidophilus* izolatlarının vankomisin, eritromisin, tetrasiklin, ampisilin, kloramfenikol, rifampisin ve nitrofurantoin'e duyarlı oldukları bildirilmiştir. Lonkar vd., (2005) tavuklardan izole ettikleri *Lactobacillus* suşlarında yaptıkları antibiyogram sonucunda ampisiline %96,49, amoksisiline % 98,24, kloramfenikole %94,74, siprofloksasine %3,5, seftriaksona %45,61, sefaleksine %75,44, kloksasilin'e %63,16, furazolidona %10,53, gentamisine % 38,59, metronidazola % 38,59, neomisine % 3,5, norfloksasine % 3,5, penisilin-G'ye % 98,24, pefloksasine % 3,5, streptomisine %17,54, sulphamethaksazola %1, tetrasikline %8,77, trimetoprim %14,04 oranında duyarlılık saptamışlardır. İzolatların tümünün nalidiksik asite dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Karahan & Çakmakçı, (1995), civciv kör bağırsaklarından izole edilen 40 *actobacillus* spp.'nin 20 farklı antibiyotiğe karşı duyarlılıklarını incelemişler ve suşların tamamının amoksisilin, ampisilin ve karbenisiline, büyük bir kısmı ise penisilin, kloramfenikol, eritromisin, novobiyosin, rifampisin ve tetrasikline duyarlı bulmuşlardır. Buna karşılık suşların tamamında polimiksin B'ye direnç saptamışlardır. Basitrasin, gentamisin, kanamisin, nistatin, spektinomisin'e karşı ise %75-92,5 arasında direnç bildirilmiştir. Bu çalışmada izolatlar çoklu antibiyotik dirençliliklerine göre de değerlendirildi. *Lactobacillus* spp. izolatlarının (n=12) 1 tanesinde incelenen antibiyotiklerden hiçbirisine direnç saptanmamışken, 2 tanesi 2 antibiyotiğe, 6 tanesi 3 antibiyotiğe, 2 tanesi 4 antibiyotiğe ve 1 tanesi 5 antibiyotiğe dirençli olarak değerlendirildi. *L. acidophilus* izolatlarının (n=9) 2 tanesi 2 antibiyotiğe, 1 tanesi 3 antibiyotiğe, 1 tanesi 4 antibiyotiğe, 3 tanesi 5 antibiyotiğe, 1 tanesi 6 antibiyotiğe ve 1 tanesi 7 antibiyotiğe karşı dirençli bulunmuşlardır. Probiyotik olarak kullanım potansiyeli açısından değerlendirildiği zaman bu sonuçlar çalışmamızda izole edilen *Lactobacillus* spp. izolatlarından çoklu antibiyotik direnci belirlenmiştir. Çoklu antibiyotik direnci gösteren izolatların probiyotik olarak kullanılabilme potansiyeli olduğu kanısına varılmıştır.

Geçmişte probiyotik organizmaların patojen organizmaları inhibe etmesi için tek yolun bağlanma

alanları için yarış (kompetatif eksklüzyon) olduğu düşünülmekteydi. Başlangıçta araştırmacılar laktik asit bakterileri tarafından üretilen laktik asitten dolayı bağırsak içeriğindeki düşük pH'ın inhibisyona neden olduğunu düşünmekteydiler fakat daha sonra laktik asit pH'sının tek başına benzer inhibitör etkiye sahip olmadığı ortaya çıkmış ve diğer inhibitör metabolitlerin de etkili olduğu bildirilmiştir (Garriga vd., 1998). Probiyotik mikroorganizmalar, ürettikleri bakterisidal ya da bakteriostatik etki gösteren kimyasal maddelerle patojenik bakterilere karşı etki gösterirler. Laktik asit bakterileri organik asitler, hidrojen peroksit, karbondioksit, asetaldehit, bakteriyosin gibi birçok antimikrobiyal bileşen üretmektedir. Bu bileşenler de bağırsaklarda istenmeyen bakterilerin çoğalma hızını kontrol ederler ve mikrofloranın dengede kalmasına olanak sağlarlar (Kuleaşan & Çakmakçı, 2002). Bazı laktobasillerin hidrojen peroksit üreterek, *E. coli* O157:H7'nin üremesini engellediği bildirilmiştir (Ogawa vd., 2001). Laktobasillerin oksidasyon redüksiyon potansiyelini düşürmek sureti ile patojenlere karşı inhibisyon etkisi gösterdiği belirtilmektedir (Mulder, 1991). Son yıllarda araştırmacılar *L. acidophilus* tarafından üretilen ve *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* gibi patojenlere ve fungal etkenlere karşı antibakteriyel etki gösteren bileşiklerin var olduğunu rapor etmişlerdir (Kim vd., 1988). Ayrıca araştırmacılar tarafından asidofilin, laktolin, asidolin gibi bileşiklerin *Shigella*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Vibrio* türlerine karşı *in vitro* inhibitör etkileri olduğu saptanmıştır (Dicks, 1993). Enterokoklar tarafından da nisin ve diplokokkin adlı antimikrobiyal maddelerin üretildiği bildirilmiştir (Mulder, 1991). Laktobasillerin *E. coli*'ye karşı anti-enterotoksin salgıladıkları ve *E. coli*'nin üremesini önledikleri belirlenmiştir (Sandine, 1979). Tavuklarda yapılan bir çalışmada intestinal kanaldan izole edilen 296 farklı laktik asit bakterisinin *E. coli* ve *S. enteritidis*'e karşı inhibisyonu *in vitro* koşullarda test edilmiştir. Bu laktik asit bakterilerinin 77 tanesinin en az birisine karşı inhibitör metabolit salgıladığı ve 35'inin de her iki patojene karşı da güçlü inhibitör etki gösterdiği bildirilmiştir (Garriga vd., 1998). Bu çalışmada ishalleri tavuklardan izole edilmiş olan ve kültür koleksiyonumuzda bulunan patojen *E. coli* izolatına karşı, tavukların barsak mikroflorasından izole edilen bakterilerin antagonistik etkileri Radyal Difüzyon yöntemi ile araştırıldı. İzolatlardan hiçbirisinin *E. coli*'ye karşı *in vitro* antagonistik etki göstermediği belirlendi. Literatür bilgilerinde bildirildiği üzere probiyotik bakteriler *in vitro* olarak etkili bulunmamasına rağmen, *in vivo* koşullarda koruyucu bir etki gösterebilmektedirler. Dolayısı ile her ne kadar izolatlar *E. coli*'ye *in vitro* antagonistik etki

göstermese de, *in vivo* olarak ta etkisinin araştırılması gerekliliği kanısına varılmıştır.

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde kullanılmakta olan karma yemlerde probiyotik kullanımıyla çeşitli çalışmalar bulunmaktadır fakat yapılan çalışmalarda kullanılan bakteriler standart bakterilerdir. Tüm dünyada kullanılmakta olan bu bakteriler yerine, yerel ya da ulusal suşlarla çalışmalar yapılması ile etkinliğin artacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada elde edilen ulusal düzeydeki bakteriler ile etkinliğin *in vivo* ortamda da araştırılması gerekmektedir. Hedef hayvan üzerinde bu bakterilerin bağırsaktaki mukozal yüzeylere kolonizasyonu, çeşitli patojenlere karşı antagonistik aktivitenin ve immün sistemin aktivasyonundaki rolünün belirlenmesi üzerine yapılacak daha ileri çalışmalar, izolatların probiyotik olarak kullanım potansiyelini ortaya çıkaracaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, PYO.VET11904.16.016 proje numarası ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından desteklenmiştir

## KAYNAKLAR

- Aarestrup, F.M., Ageroso, Y., Gerner-Smidt, P., Madsen, M. & Jensen, L.B. (2000).** Comparison of antimicrobial resistance phenotypes and resistance genes in *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* from humans in the community, broilers, and pigs in Denmark. *Diagnostic Microbiology and Infectious Diseases*, 37(2), 127-137.
- Abdel-Daim, A., Hassouna, N., Hafez, M., Ashor, M.S. & Aboulwafa, M.M. (2013).** Antagonistic activity of *Lactobacillus* isolates against *Salmonella typhi* *in vitro*. *Biomedical Research International*, 15, 680605-680617.
- Balcazar, J.L., Vendrell, D., De Blas, I., Ruiz-Zarzuola, I., Mu'zquiz, J.L. & Girone's, O. (2008).** Characterization of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of fish. *Aquaculture*, 278, 188-191.
- CLSI. (2013).** M02-A11 and M100-S23 Package - Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard-Eleventh Edition & Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Third Informational Supplement.
- Dicks, L.M.T. (1993).** Lactic acid bacteria: Understanding the microorganism. The keys to

- successful use in maximising anti-coliform and anti-*Salmonella* activity. In: *Biotechnology in the Feed Industry. Proceeding of Alltech's Ninth Annual Symposium*, 151-168.
- Dilik, Z. & İstanbulluoğlu, E. (2010).** Studies on phenotyping and genotyping characterization of *Enterococcus* spp. isolated from extensive broiler farms and rural poultry establishments. *Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 32(46), 37-46.
- Fuller, R. (1989).** A review. Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, 66, 365-378.
- Fuller, R. (2004).** Reasons for the apparent variation in the probiotic response. *Biologist*, 51(4), 232.
- Garriga, M., Pascual, M., Monfort, J.M. & Hugas, M. (1998).** Selection of lactobacilli for chicken probiotic adjuncts. *Journal of Applied Microbiology*, 84(1), 125-132.
- Greene, J.D. & Klaenhammer, T.R. (1994).** Factors involved in adherence of lactobacilli to human Caco-2 cells. *Applied and Environmental Microbiology*, 60, 4487-4494.
- Gülhan, T., Boynukara, B., Çiftci, A., Söğüt, M.Ü. & Fındık, A. (2015).** Characterization of *Enterococcus faecalis* isolates originating from different sources for their virulence factors and genes, antibiotic resistance patterns, genotypes and biofilm production. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 16(3), 261-266.
- Hassanzadazar, H., Ali, E., Karim, M. & Javad, H. (2012).** Investigation of antibacterial, acid and bile tolerance properties of lactobacilli isolated from Koozeh cheese. *Veterinary Research Forum*, 3(3), 181-185.
- Hjelm, M., Bergh, O., Riaza, A., Nielsen, J., Melcheiörsen, J., Jensen, S., Duncan, H., Ahrens, P., Birkbeck, H. & Gram, L. (2004).** Selection and identification of autochthonous candidate probiotic bacteria from Turbot Larvae (*Scophthalmus maximus*) rearing units system. *Applied Microbiology*, 27, 360-371.
- Jackson, C.R., Fedorka-Cray, P.J. & Barrett, J.B. (2004).** Use of a genus- and species-specific multiplex PCR for identification of enterococci. *Journal of Clinical Microbiology*, 42(8), 3558-3565.
- Jin, L.Z., Ho, Y.W., Abdullah, N. & Jalaludin, S. (1998).** Acid and bile tolerance of *Lactobacillus* isolated from chicken intestine. *Letters in Applied Microbiology*, 27, 183-185.
- Karahan, A.G. & Çakmakçı, M.L. (1995).** Civciv körbağirsığından izole edilen bazı laktobasil suşlarının çeşitli antibiyotiklere dirençleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 1(1), 7-12.
- Ke, D., Picard, F.O.J., Martineau, F., Me'nard, C., Roy, P.H., Ouellette, M. & Bergeron, M.G. (1999).** Development of a PCR Assay for Rapid Detection of Enterococci. *Journal of Clinical Microbiology*, 37(11), 3497-3503.
- Kim, C.J., Namkung, H., An, M.S. & Paik, I.K. (1988).** Supplementation of probiotics to the broiler diets containing moldy corn. *Korean Journal of Animal Science*, 30, 542-548.
- Kuleşan, H. (2002).** *Laktobasiller tarafından üretilen bakteriyosinlerin tanımlanması, sınıflandırılması ve bunların bazı gıda kaynaklı patojenler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi.* Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 82s.
- Kung, L. (1990).** Microbes and enzymes. *Feed International*, 11(8), 10-16.
- Lonkar, P., Harne, S.D., Kalorey, D.R. & Kurkure, N.V. (2005).** Isolation, *in vitro* antibacterial activity, bacterial sensitivity and plasmid profile of Lactobacilli. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 18(9), 1336-1342.
- Markiewicz, L. & Biedrzycka, E. (2005).** Identification of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species with PCR applied to quality control of fermented dairy beverages. *Polish Journal of Food and Nutritional Science*, 55(4), 359-365.
- Marteau, P., Minekus, M., Havenoer, R. & Veld, J.H.J. (1997).** Survival of lactic acid bacteria in a dynamic model of the stomach and small intestine: Validation and the effects of bile. *Journal of Dairy Science*, 80, 1031-1037.
- Mombelli, B. & Gismondo, M.R. (2000).** The use of probiotics in medical practise. *Antimicrobial Agents*, 16, 531-536.
- Mulder, R.A.W. (1991).** Probiotics as a tool against *Salmonella* contamination. *Misset-World Poultry*, 7(3), 36-37
- Ogawa, M., Shimizu, K. & Nomoto, K. (2001).** Inhibition of *in vitro* growth of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 by probiotic *Lactobacillus* strains due to production of lactic acid. *International Journal of Food Microbiology*, 68, 135-140.
- Pan, W.H., Li, P.L. & Liu, Z. (2006).** The correlation between surface hydrophobicity and adherence of *Bifidobacterium* strains from centenarians faeces. *Food Microbiology*, 12, 148-152.
- Rinkinen, M.L., Koort, J.M.K., Ouwehand, A.C., Westermarck, E. & Björkroth, K.J. (2004).** *Streptococcus alactolyticus* is the dominating

culturable lactic acid bacterium species in canine jejunum and feces of four fistulated dogs. *FEMS Microbiology Letters*, **230**, 35-39.

- Sabir, F., Beyatli, Y., Cokmus, C. & Onal-Darilmaz, D. (2010).** Assessment of potential probiotic properties of *Lactobacillus* spp., *Lactococcus* spp., and *Pediococcus* spp. strains isolated from kefir. *Journal of Food Science*, **75**, 568-573.
- Sahadeva, R.P.K., Leong, S.F., Chua, K.H., Tan, C.H., Chan, H.Y., Tong, E.V., Wong, S.Y.W. & Chan, H.K. (2011).** Survival of commercial probiotic strains to pH and bile. *International Food Research Journal*, **18**(4), 1515-1522.
- Sandine, W.E. (1979).** Roles of *Lactobacillus* in the intestinal tract. *Journal of Food Protection*, **42**, 259-262.
- Sharma, K.K., Soni, S.S. & Meharchandani, S. (2006).** Congo red dye agar test as an indicator test for detection of invasive bovine *Escherichia coli*. *Veterinarski Arhiv*, **76**, 363-366.
- Shin, M.S., Han, S.K., Ji, A.R., Kim, K.S. & Lee, W.K. (2008).** Isolation and characterization of bacteriocin-producing bacteria from the gastrointestinal tract of broiler chickens for probiotic use. *Journal of Applied Microbiology*, **105**(6), 2203-2212.
- Sieladie, D.J., Zambou, N.F., Kaktcham, P.M., Cresci, A. & Fonteh, F. (2011).** Probiotic properties of *Lactobacilli* strains isolated from raw cow milk in the western highlands of Cameroon. *Innovation Romanian Food and Biotechnology*, **9**, 12-28.
- Strompfová, V., Lauková, A. & Ouwehand, A.C. (2004).** Selection of enterococci for potential canine probiotic additives. *Veterinary Microbiology*, **100**, 107-114.
- Sul, S.Y., Hyun-Joong, K., Tae-Woon, K. & Hae-Yeong, K. (2007).** Rapid identification of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* in probiotic products using Multiplex PCR. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, **17**(3), 490-495.
- Suzuki, K., Kodama, Y. & Mitsuoka, T. (1989).** Stress and intestinal flora. *Bifidobacteria Microflora*, **8**, 23-38.
- Tannock, G.W. (1997).** Probiotic properties of lactic acid bacteria: plenty of scope for fundamental. *R&D Tibtechnology*, **15**, 270-274.
- Turhan, E.Ü. & Erginkaya, Z. (2016).** Determination of antibiotic resistance of lactic acid bacteria isolates of probiotic foods. *Pamukkale Universitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **22**(7), 620-624.
- Vanbelle, N., Teller, E. & Focant, M. (1990).** Probiotics in animal nutrition: a review. *Archives of Animal Nutrition*, **40**, 543-567.



## The First Record and Origin of *Salmo trutta* Populations Established in the Upper Tigris River and Lake Van Basin (Teleostei: Salmonidae)

Cüneyt KAYA

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries, 53100, Rize; Türkiye.

Geliş/Received: 07.08.2020

Kabul/Accepted: 26.08.2020

How to cite: Kaya, C. (2020). The First Record and Origin of *Salmo trutta* Populations Established in the Upper Tigris River and Lake Van Basin (Teleostei: Salmonidae). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 366-372.

Atıf yapmak için: Kaya, C. (2020). Yukarı Dicle Nehri ve Van Gölü Havzalarına Yerleşen *Salmo trutta* Popülasyonlarının İlk Kaydı ve Kökeni (Teleostei: Salmonidae). *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 366-372.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0002-4531-798X>

**\*Corresponding author's:**

Cüneyt KAYA

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries, 53100, Rize; Türkiye.

✉: [cuneyt.kaya@erdogan.edu.tr](mailto:cuneyt.kaya@erdogan.edu.tr)

Mobile telephone : +90 (537) 510 44 58

Telephone : +90 (464) 223 33 85

Fax : +90 (464) 223 41 18

**Abstract:** In the scope of this study, the origin of the two *Salmo* populations from streams Sapur (southwestern drainage of Lake Van) and Arpet (an uppermost drainage of Botan River, Tigris catchment) was investigated based on morphologic and molecular data. The occurrence of any *Salmo* species in the mentioned streams has never been recorded up to date. The both populations found conspecific and identified as *Salmo trutta* which translocated from Europe. Besides, both populations were observed as successfully established.

**Keywords:** Freshwater fish, Eastern Anatolia, first record, trout, exotic.

## Yukarı Dicle Nehri ve Van Gölü Havzalarına Yerleşen *Salmo trutta* (Teleostei: Salmonidae) Popülasyonlarının İlk Kaydı ve Kökeni

**\*Sorumlu yazar:**

Cüneyt KAYA

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 53100, Rize, Türkiye.

✉: [cuneyt.kaya@erdogan.edu.tr](mailto:cuneyt.kaya@erdogan.edu.tr)

Mobile telephone : +90 (537) 510 44 58

Telephone : +90 (464) 223 33 85

Fax : +90 (464) 223 41 18

**Öz:** Bu çalışma kapsamında, Sapur Çayı (Güneybatı Van Gölü drenajı) ve Arpet Çayı'ndan (Botan Irmağı, Yukarı Dicle Nehri) iki *Salmo* popülasyonunun kökeni morfolojik ve moleküler verilere dayalı olarak araştırılmıştır. Bahsi geçen akarsularda günümüze kadar *Salmo* cinsine ait herhangi bir türün varlığı bildirilmemiştir. Her iki popülasyonun türdeş ve Avrupa'dan taşınmış olan *Salmo trutta*'ya ait olduğu saptanmış, sözü geçen iki popülasyonun da akarsu habitatlarına başarılı bir şekilde yerleşmiş olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Tatlısu balığı, Doğu Anadolu, yeni kayıt, alabalık, egzotik.

## INTRODUCTION

*Salmo trutta* is distributed from Iceland, Norway, Great Britain, Scandinavia to Chosha Bay (Russia), as well as native to upper Danube and Volga drainages. Likewise, it was introduced throughout Europe, North and South America, southern and eastern montane Africa, India, Pakistan, Nepal, Japan, Australia, and New Zealand (Freyhof, 2011).

Many misidentified or unidentified trout populations in Turkey were recorded as *Salmo trutta* or its subspecies (*S. trutta macrostigma*, *S. trutta caspius*, *S. trutta*

*labrax*, *S. trutta abanticus*) until the last decade (Geldiay & Balık, 1999; Arıman & Kocaman, 2003; Sarı et al., 2006). However, remarkable taxonomic studies conducted in the last decade by Turan et al. (2010; 2011; 2012; 2014a; 2014b; 2017; 2020) which contributed to the clear the taxonomy of genus *Salmo* in Anatolia, and demonstrated the absence of the *S. trutta* in Turkey.

The occurrence of any *Salmo* specimen had not been recorded in Lake Van basin and upper Tigris River, except for *S. tigridis* which is known in the streams Çatak

and Müküs, in eastern drainages of Botan River (Turan et al., 2011; Kaya et al., 2016).

The aim of this study is (i) determine the origin of the *Salmo trutta* populations found in upper Tigris River and Lake Van drainages, and (ii) reveal whether these populations are established or not.

## MATERIAL AND METHOD

Stream Gökyokuş (mostly known as stream Sapur), located in the south of Tatvan (Bitlis), originates from a spring in the south of Güreşçi and flows toward to Tatvan, then drains to Lake Van (Figure 1a-d). It usually flows slowly or moderately with the stone and gravel substrate. The length of the stream is about 13 km and the average width of the stream is about 3-4 meters. Stream Kocaçay (mostly known as stream Arpet) originates around Kokarsu and drains to Stream Kezer at 11 km north of Siirt Province (Figure 1e-f). It usually flows moderately, however, the uppermost part of the stream flows very slowly with meanders. The substrate is with stone and gravel, except for slowly flowing parts which have a sandy substrate. The length of the stream is about 70 km and the average width of the stream is about 3-4 meters.

Fish samples were caught by pulsed DC electro-fishing equipment during June 2018 and October 2019. After anesthesia, some of the samples were fixed in 4% formaldehyde and transferred to the laboratory for morphological investigation, the others released back to the water. The examined materials deposited in FFR, Recep Tayyip Erdogan University Zoology Museum of the Faculty of Fisheries, Rize; FSJF, Fischsammlung J. Freyhof, Berlin.



**Figure 1.** View of the sampling sites: a-b, upper stream Sapur; c-d, lower stream Sapur; e-f, stream Arpet.

**DNA Extraction, PCR Amplification, and Sequencing:** Genomic DNA was extracted from fin tissues using the DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen, Hilden, Germany) on the QIAcube robot (QIAGEN, Valencia, CA). The cytochrome *b* gene (Cyt *b*) of vertebrate mitochondrial DNA was amplified using forward primer SsaL14437 (5'-GCTAATGACGCACTAGTCG-3'; Warheit & Bowman, 2008) and StrCBR (5'-GGGGGCGAGRACTAGGAAGAT-3'; Turan et al., 2011). PCR reactions and amplification conditions were carried out as given in Turan et al. (2020). PCR products were purified using the QIAquick PCR Purification Kit (Qiagen) according to the manufacturer's instructions and bidirectional sequencing of PCR products was performed with an ABI PRISM 3730x1 Genetic Analyser (Applied Biosystem; www.appliedbiosystems.com) using a BigDye Terminator 3.1 cycle sequencing ready reaction kit (Applied Biosystem) at Macrogen Europe (www.macrogen.com).

**Genetic Analysis:** All Cyt *b* raw data sequences were aligned with the Clustal W method (Thompson et al., 1994) implemented in Bioedit 7.2.5 (Hall, 1999). Then sequences were trimmed at both ends of forward and reverse and converted to Fasta formatted files. The Cyt *b* sequences of *Salmo trutta* were analyzed via BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) searches at the NCBI website (<http://www.ncbi.nih.gov>). Phylogenetic relationships among *Salmo* species (in this study and from GenBank sequences) were estimated using maximum likelihood (ML) algorithm in MEGA X software (Kumar et al., 2018). The evolution model was selected with the lowest Akaike Information Criterion (AIC) score in MEGA X software (Kumar et al., 2018). ML tree was generated according to the TN93+G model (Tamura and Nei, 1993) that the most appropriate evolution model. ML tree was generated using 1000 bootstrap replicates to explore phylogenetic affinities of the mitochondrial lineages. For phylogenetic analyses, *Salmo salar* (GenBank Accession number: JX960834; Crête-Lafrenière et al., 2012), *Salmo obtusirostris* (GenBank Accession number: JX960841; Crête-Lafrenière et al., 2012) and *Salmo ohridanus* (GenBank Accession number: AF053590; Phillips et al., 2000) from Salmonidae family were used as outgroup.

## RESULTS

A single frozen trout specimen (about 200 mm SL) was examined which was caught by a villager (Muammer Demir) in a very small and shallow irrigation canal (a drainage of Lake Van basin) in the first kilometers of the road between Tatvan and Van (38.4704, 42.3153). He claimed that the fish was alive when he caught it. Therefore, I decided to track down the story of the fish and to understand whether this claim is true. Because, up to date,

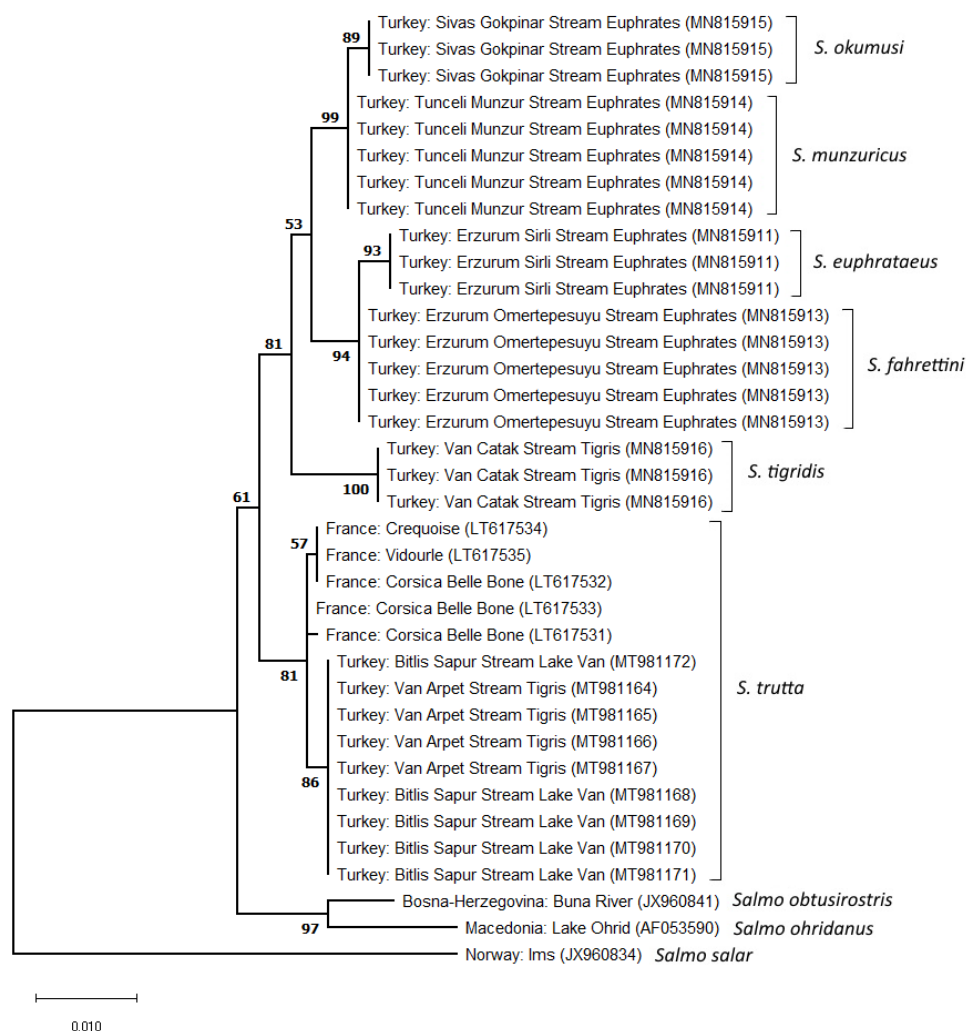


there was no record of genus *Salmo* in the Lake Van basin (Elp et al., 2016). The first examination was demonstrated that the specimen belongs to the genus *Salmo*. Therefore, a survey was conducted in the closest stream (stream Sapur) in the area (Figure 2) and some *Salmo* specimens were obtained.

On the other hand, the villagers claimed that there are trouts also in stream Arpet, a northern drainage of Botan River (very close drainage to the stream Sapur). Later, I obtained some *Salmo* specimens from the stream Arpet also. There was not any *Salmo* record also from Tigris drainages in the area, except *S. tigridis* which is known in the streams Çatak and Müküs, in eastern drainages of Botan River (Turan et al., 2011; Kaya et al., 2016). However, the natural distribution range of *S. tigridis* is remaining about 80 km southeast of the stream Arpet.

After these surprise findings in the area, based on both morphological and molecular data it was concluded that the *Salmo* populations of streams Sapur and Arpet are conspecific, and belong to *Salmo trutta*.

For molecular analysis, it was sequenced the partial Cyt *b* from nine individuals belonging to *Salmo trutta* in Turkey (streams Sapur and Arpet populations). Approximately, 993 bp was amplified from the Cyt *b* gene. Genbank samples were also included in the genetic analysis. To identify *Salmo trutta*, the Cyt *b* sequences were aligned in using GenBank BLAST. The sequences obtained individuals from streams Sapur and Arpet matched to the *Salmo trutta* specimens from France with a similarity ratio of over 99%. The phylogenetic tree also revealed that the *Salmo trutta* from Turkey clustered together with those identified from France (Figure 2).



**Figure 2.** Maximum likelihood (ML) tree based on Cyt *b* sequences of *Salmo trutta* and other species in Tigris-Euphrates catchment. Bootstrap and posterior probability values are shown above nodes.

For morphological comparison, the individuals were obtained from streams Sapur and Arpet (Figure 3-4) compared with *Salmo trutta* from Germany (Figure 5) where the species naturally occurs. Diagnostic features

such as body color and pattern, shape and number of the black and red spots on the body, and the shape and size of the adipose-fin and maxillary overlapped.



**Figure 3.** *Salmo trutta*, FFR 3238; from the top, 258 mm SL, male; 218 mm SL, female; 250 mm SL; Turkey, Bitlis Province, Stream Sapur, Lake Van drainage.

Native *S. trutta* is distributed from Norway to the Iberian Peninsula and Sicily, and upper Danube basin (Freyhof, 2011). Thus, the occurrence of the species in the eastern Anatolia zoogeographically is not predicted. The closest native range of the species is the upper Volga River in the north, and the upper Danube in the west (Freyhof, 2011). Therefore, it seems the species is translocated to the area.



**Figure 4.** *Salmo trutta*, FFR 3237; juveniles, from the top, 114 mm SL, male; 115 mm SL, female; 97 mm SL; Turkey, Bitlis Province, Stream Arpet, Tigris catchment.

Towards the end of the 90s, some eyed eggs of *Salmo trutta* were transferred to Atatürk University (Erzurum) from France to test whether it can be used as a potential aquaculture species in Turkey (pers. comm. İlker

Zeki Kurtoğlu, 2020). Possibly some young individuals obtained from these eyed eggs of *Salmo trutta* were introduced to some proper habitats in eastern Anatolia. Probably most of them not successfully established, because we have never caught any *S. trutta* specimen during our many surveys in the last two decades in the area. However, the recent finding of *S. trutta* in stream Sapur and Arpet supports the reliability of the hypothesis which France origin *S. trutta* introduced in the eastern Anatolia.



**Figure 5.** *Salmo trutta*, FSJF 1340, from top, 140 mm SL; 138 mm SL; 130 mm SL; Germany, Rhine River; Pleisbach Stream at Niederpleiss.

## DISCUSSION AND CONCLUSION

Uncontrolled introducing fish in the waters inhabited by native species generally cause some critical problems. However, according to the first observation in the area, there is not a remarkable problem for streams Sapur and Arpet native species.

*Barbus lacerta* is the only native fish which occurs syntopic in stream Arpet with established *S. trutta*. The occurrence of the *S. trutta* in stream Arpet may affect the species negatively, however, *B. lacerta* is very widespread in entire Tigris-Euphrates catchments, and it was categorized as "Least Concern" by IUCN.

The endemic *Alburnus tarichi* is the only native fish in stream Sapur, and it could not reach even in the middle part of the stream (we observed the species up to 1 km upstream from the Lake). On the other hand, we did not observe any *S. trutta* specimen in the lower and middle parts of the stream during our several surveys in the area. The local anglers and the fish farm owners in the village confirmed the absence of the *S. trutta* in the lower and middle parts of the stream. The species was found only from the upper part of the stream (above from Küçüksu

village, approximately 5 km upstream from the Lake). Moreover, we found many *Oncorhynchus mykiss* (rainbow trout) individuals escaped from a fish farm, about 25-40 mm SL, in the middle part of the stream (between approximately 1-3 km of the stream). Stream Sapur is sourced from a single spring and has comparatively cold water. Firstly, I thought that the lower part of the stream warmer, thus, *A. tarichi* could not reach the middle and upper part of the stream. However, Sanaç (2019) indicated that the temperature of the water is almost stable, and there are almost no differences between the upper and lower parts of the stream (average differences about 1°C, the upper part is colder). Thus, I consider that the temperature of the stream is not an obstacle for the *A. tarichi* to reach the middle and upper part of the stream. Probably, one of the obstacles is the occurrence of the carnivore *O. mykiss* after the first km of the stream. Because, when I started to find *O. mykiss* where *A. tarichi* has not observed anymore. In this case, it can be suggested that *O. mykiss* may be an obstacle in the spawning migration of *A. tarichi*. On the other hand, it was reported that *A. tarichi* rarely enters to Stream Sapur, due to the pollution caused by the slaughterhouse in the area (Elp et al., 2014). Therefore, for the current status, I consider that introduction of the *S. trutta* in streams Sapur and Arpet is not a remarkable threat to the native fish species.

Freyhof et al. (2018) have been recently discussed the biogeographic connection of the endorheic Lake Van basin with the Tigris River. They found a very strong relationship, 0.2% minimum K2P distance, between *Alburnus timarensis* (endemic to Lake Van basin) and *A. kurui* (endemic to Yüksekova wetland, upper Great Zap River, Tigris drainage). Moreover, Freyhof et al. (2019) concluded that the closest known relative of their newly described species *Oxyoemacheilus mueftii* (from the Murat River drainage) is *O. ercisianus*, with 1.8% minimum K2P distance. On the other hand, *Barbus ercisianus* and *Capoeta kosswigi*, thought to be endemic to the Van Lake basin, were considered as synonyms of *B. lacerta* and *C. damascina* in Tigris-Euphrates drainages, respectively (Khaefi et al., 2017, Kaya, 2019).

In the present study, I have realized that there is not a mountain or hill between the streams Sapur and Arpet. The distance between the uppermost part of the streams is just about 1 km, and just 3 meters elevation is separate them. This means only 3 meters elevation separates the Lake Van basin and Tigris River also. This may explain the close relationship of the fishes of the Lake Van basin and Tigris-Euphrates river drainages. On the other hand, this proximity shows that *Salmo trutta* could have been easily translocated between the two streams.

In conclusion, the results of the current study show that the trout populations of streams Sapur and Arpet

belong to translocated *Salmo trutta* which originated from France, and the occurrence of individuals of several sizes (85-325 mm SL), including juveniles (Figure 4), demonstrate that the species successfully established in these streams.

#### **Material Examined;**

#### **Material Used in Morphologic Comparisons:**

***Salmo trutta*:** FFR 03237, 21, 85-325 mm SL; Turkey: Bitlis Prov.: stream Arpet (Kocaçay) at Kokarsu, an uppermost drainage of Botan River, Tigris catchment, 38.3796, 42.2617.-FFR 03238, 20, 85-276 mm SL; Turkey: Bitlis Prov.: stream Sapur (Gökyokuş) at south of Tatvan, Lake Van drainage, 38.4496, 42.3782.-FSJF 1340, 17, 48-162 mm SL; Germany: Rhine River, Stream Pleisbach at Niederpleis, a tributary to River Sieg, 50.7447, 7.2403.

#### **Material Used in Genetic Analysis:**

***S. fahrettini*:** Turkey, Erzurum, Ömertepesuyu Stream, Euphrates River drainage (GenBank accession number: MN815913; Turan et al., 2020).

***S. tigridis*:** Turkey, Van, Çatak Stream, Tigris River drainage (GenBank accession number: MN815916; Turan et al., 2020).

***S. munzuricus*:** Turkey, Tunceli, Munzur Stream, Euphrates River drainage (GenBank accession number: MN815914; Turan et al., 2020).

***S. okumusi*:** Turkey, Sivas, Gökpınar Stream, Euphrates River drainage (GenBank accession number: MN815915; Turan et al., 2020).

***S. euphrataeus*:** Turkey, Erzurum, Sirli Stream, Euphrates River drainage (GenBank accession number: MN815911; Turan et al., 2020).

***S. trutta*:** Turkey, Van, Arpet Stream, Tigris River drainage (GenBank accession numbers: MT981164- MT981165- MT981166- MT981167). –Turkey, Bitlis, Sapur Stream, Lake Van (GenBank accession numbers: MT981168- MT981169- MT981170- MT981171- MT981172). –France, Corsica, Belle Bone (GenBank accession numbers: LT617531- LT617532- LT617533; Tougard et al., 2018). –France, Crequoise (GenBank accession number: LT617534; Tougard et al., 2018). – France: Vidourle (GenBank accession number: LT617535; Tougard et al., 2018).

#### **ACKNOWLEDGEMENTS**

I would like to thank Cevdet Kaya, Safer Demir, Muammer Demir, Samet Demir, Vedat Ebem, and Muhammed Polat (Tatvan) for their help during the fieldwork. Many thanks to İsmail Aksu (Rize) for remarkable contributions on molecular, Davut Turan (Rize) on morphologic part of the study, and İlker Zeki Kurtoğlu (Rize) for his comments on the origin of *Salmo trutta* in Turkey.

## REFERENCES

- Arıman, H. & Kocaman, E.M. (2003).** Aras, Yukarı Fırat ve Çoruh Havzaları'nda yaşayan alabalık (*Salmo trutta* L.)ların Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, **34**, 193-197. [in Turkish].
- Crête-Lafrenière, A., Weir, L.K. & Bernatchez, L. (2012).** Framing the Salmonidae family phylogenetic portrait: a more complete picture from increased taxon sampling. *PLoS One*, **7**(10):e46662. DOI:10.1371/journal.pone.0046662
- Elp, M., Atici, A.A., Şen, F. & Duyar, H.A. (2016).** Distribution of fish species in the Van Lake basin. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **26**(4), 563-568.
- Elp, M., Şen, F. & Atici, A.A. (2014).** İnci Kefalinin (*Alburnus tarichi* (Guldenstaedtii, 1814)) Van Gölü Havzası Su Kaynaklarındaki Yayılım Bölgeleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **24**(3), 228-232. DOI: 10.29133/yyutbd.236277
- Freyhof, J. (2011).** *Salmo trutta*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T19861A9050312. <https://www.iucnredlist.org/species/19861/9050312>
- Freyhof, J., Kaya, C., Turan, D. & Geiger, M.F. (2019).** Review of the *Oxynoemacheilus tigris* group with the description of two new species from the Euphrates drainage (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, **4612**(1), 029-057. DOI: 10.11646/zootaxa.4612.1.2
- Geldiay, R. & Balık, S. (1999).** *Freshwater fishes of Turkey*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 46, Ders Kitabı Dizini, No:16, İzmir, 519p. [in Turkish].
- 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**, 95-98
- Kaya, C., Turan, D. & Ünlü, E. (2016).** The latest status and distribution of fishes in upper Tigris River and two new records for Turkish freshwaters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **16**, 545-562. [in Turkish]. DOI: 10.4194/1303-2712-v16\_3\_07.
- Kaya, C. (2019).** *Türkiye'de dağılım gösteren Capoeta cinsine ait türlerin taksonomik revizyonu*, (PhD dissertation). Recep Tayyip Erdoğan University, Institute of Science and Technology, Rize, Turkey, 126p. [in Turkish].
- Kelle, A., (1978).** *Dicle Nehri ve Kollarında Yaşayan Balıklar Üzerine Taksonomik ve Ekolojik Araştırmalar*, (PhD dissertation). Diyarbakır Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoloji Kürsüsü, Diyarbakır, Turkey, 109p [in Turkish].
- Khaefi, R., Esmaceli, H.R., Geiger, M.F. & Eagderi, S. (2017).** Taxonomic review of the cryptic *Barbus lacerta* species group with description of a new species (Teleostei: Cyprinidae). *FishTaxa*, **2**(2), 90-115.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007).** *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646p.
- Kumar, S., Stecher, G.G., Li, M., Knyaz, C. & Tamura, K. (2018).** MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, **35**, 1547-1549. DOI: 10.1093/molbev/msy096.
- Kuru, M. (1975).** *Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü Karadeniz Havzası tatlısularında yaşayan balıkların (Pisces) sistematik ve zoocoğrafik yönden incelenmesi*. Doçentlik Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Erzurum, 180p. [in Turkish].
- Phillips, R., Matsuoka, M., Konon, I. & Reed, K. (2000).** Phylogenetic Analysis of Mitochondrial and Nuclear Sequences Supports Inclusion of *Acantholingua ohridana* in the Genus *Salmo*. *Copeia*, **2000**(2), 546-550. [www.jstor.org/stable/1448204](http://www.jstor.org/stable/1448204). (5 August 2020).
- Sanaç, R.R. (2019).** *Gökyokuş (Sapur) Deresi su kalite kriterleri üzerine bir araştırma*, (Master dissertation). Van yüzüncü Yıl University, Institute of Science and Technology, Van, 74p. [in Turkish].
- Sarı, H.M., Balık, S., Ustaoglu, R. & İlhan, A. (2006).** Distribution and ecology of freshwater ichthyofauna of the Biga Peninsula, North-western Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **30**, 35-45.
- Tamura, K. & Nei, M. (1993).** Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Molecular Biology and Evolution*, **10**(3), 512-26. DOI: 10.1093/oxfordjournals.molbev.a040023.
- 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**, 4673-4680.
- Tougaard, C, Justy, F, Guinand, B, Douzery, EJP, Berrebi, P. (2018).** *Salmo macrostigma* (Teleostei, Salmonidae): Nothing more than a brown trout (*S. trutta*) lineage? *Journal of Fish Biology*, **93**(2), 302-310. DOI: 10.1111/jfb.13751
- Turan, D., Kottelat, M. & Engin, S. (2010).** Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **20**(4), (2009 [2010]), 289-384.
- Turan, D., Kottelat, M. & Bektaş, Y. (2011).** *Salmo tigridis*, a new species of trout from Tigris River, Turkey (Teleostei: Salmonidae). *Zootaxa*, **2993**, 23-33.
- Turan, D., Kottelat, M. & Engin, S. (2012).** The trouts of the Mediterranean drainages of southern Anatolia, Turkey, with description of three new species (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **23**, 219-236.

- Turan, D., Kottelat M. & Engin, S. (2014a).** Two new species of trouts from the Euphrates drainage, Turkey (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **24**, 275-287.
- Turan, D., Doğan, E., Kaya C. & Kanyılmaz, M. (2014b).** *Salmo kottelati*, a new species of trout from Alakır Stream, draining to the Mediterranean in southern Anatolia, Turkey (Teleostei, Salmonidae). *Zookeys*, **462**, 135-151. DOI: [10.3897/zookeys.462.8177](https://doi.org/10.3897/zookeys.462.8177).
- Turan, D., Kottelat, M. & Kaya, C. (2017).** *Salmo munzuricus*, a new species of trout from the Euphrates River drainage, Turkey (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **28**(1), 55-63.
- Turan, D., Kalaycı, G., Bektaş, Y., Kaya, C. & Bayçelebi, E. (2020).** A new species of trout from the northern drainages of Euphrates River, Turkey (Salmoniformes: Salmonidae). *Journal of Fish Biology*, 1-9. DOI: [10.1111/jfb.14321](https://doi.org/10.1111/jfb.14321).
- Warheit, K.I. & Bowman, C. (2008).** Genetic structure of kokanee (*Oncorhynchus nerka*) spawning in tributaries of Lake Sammamish, Washington. Report to King County Department of Natural Resources and Parks, Water and Land Resources Division, and Trout Unlimited-Bellevue/Issaquah, 50p. <http://your.kingcounty.gov/dnrp/library/water-and-land/salmon/kokane/warheit-genetics-report-062308.pdf>. (01 July 2020).



## The Use of Different Sewing Methods in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fish

Şükrü ÖNALAN\* Tunahan SANCAK  
Van Yuzuncu Yıl University, Fisheries Faculty, 65080, Van, Turkey

Geliş/Received: 12.05.2020

Kabul/Accepted: 29.07.2020

How to cite: Önal, Ş. & Sancak, T. (2020). The Use of Different Sewing Methods in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fish. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 373-377.

Atf yapmak için: Önal, Ş. & Sancak, T. (2020). Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Balıklarında Farklı Dikiş Yöntemlerinin Kullanımı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 373-377.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0003-0058-5232>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-7813-1575>

\*Corresponding author's:  
Şükrü ÖNALAN  
Van Yuzuncu Yıl University, Fisheries Faculty,  
65080, Van, TÜRKİYE  
✉: [sukruonalan@yyu.edu.tr](mailto:sukruonalan@yyu.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (530) 963 96 17

**Abstract:** In this study, it is aimed to compare the sewing methods in wounds created for different purposes in the field of aquaculture. For this purpose, Tilapia fish, which took second place after carp in the inland waters fish breeding of hot countries, were used. In the study, Control group (n=3), simple suture, U suture and X (Sultan) suture applications were performed. The fish were subjected to 7 days of adaptation before starting the study. During the study, feeding was done once a day with Tetra Discus food. For the formation of cut wounds, scales were removed in Tilapia fish under anesthesia, and 2 cm long incision was performed. As a result of the study, it was observed that the cut wounds were closed on the 6th day in the U suture group, at the end of the 7th day in the control group and simple suture groups, and the 9th day in the X suture group. It was observed that the absorbable suture materials were absorbed in all fish in which they were applied, but in the X suture group, 1 fish was absorbed in the end of the 9th day. It is concluded that it is healthier to prefer simple suture and U suture primarily in areas such as marking, remote sensing, monitoring and management of fish methods, and fish health.

**Keywords:** Fish diseases, *Oreochromis niloticus*, sewing methods, wound.

## Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Balıklarında Farklı Dikiş Yöntemlerinin Kullanımı

**Öz:** Bu çalışmada, su ürünleri alanında farklı amaçlarla oluşturulan yaralarda dikiş metotlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, Sıcak ülkelerin iç sular balık yetiştiriciliğinde sazanlardan sonra ikinci sırayı alan Tilapia balıkları kullanılmıştır. Çalışmada, Kontrol grubu (n=3), Basit dikiş, U dikişi ve X (Sultan) dikişi uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Balıklar çalışmaya başlamadan önce 7 günlük adaptasyona maruz bırakılmıştır. Çalışma alanında Tetra Discus yemi ile günde bir kez yemleme gerçekleştirilmiştir. Kesik yarası oluşumu için anestezi altındaki Tilapia balıklarında pullar kaldırılarak 2 cm uzunluğunda esizyonlar gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda kesik yaralarının U dikişi grubunda 6. günde, Kontrol grubu ve basit dikiş gruplarında 7. Günün sonunda ve X dikişi grubunda 9. günde kapandığı gözlenmiştir. Kullanılan emilebilir özellikteki dikiş ipliklerinin uygulandığı tüm balıklarda emildiği ancak X dikişi grubunda 1 balıkta 9. günün sonunda emildiği gözlenmiştir. Dikiş metotlarının balıklarda markalama, uzaktan algılama, izleme ve yönetim, balık sağlığı gibi kullanım alanlarında basit dikiş ve U dikişinin öncelikli olarak tercih edilmesinin daha sağlıklı olduğu kanaatine varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Balık hastalıkları, dikiş metotları, *Oreochromis niloticus*, yara.

\*Sorumlu Yazar:  
Şükrü ÖNALAN  
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri  
Fakültesi, 65080, Van, TÜRKİYE  
✉: [sukruonalan@yyu.edu.tr](mailto:sukruonalan@yyu.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (530) 963 96 17

## INTRODUCTION

Tilapias are a group of fish that belong to order Teleostei and family Cichlidae. Tilapias are divided into three main genera; *Oreochromis*, *Tilapia* and *Sarotherodon*. There are four tilapia species in Egypt; Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) blue tilapia (*Oreochromis aureus*), white tilapia (*Sarotherodon galilaeus*) and green tilapia (*Tilapia zillii*) (El-Sappah et al., 2017). Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the most farmed fish species worldwide, with a global annual production of several million tons (Cui et al., 2019).

Invertebrates, one of the skin's most adequate functions is to provide effective barriers between the organism and the environment. Any damage to the skin causes tissue or cell damage and loss of this barrier (Verma et al., 2017). Skin wounds caused by mechanical trauma or other pathogens form an entry portal for water patterns. At the same time, it causes fish to be exposed to acute imprisonment stress, causing losses in their skin, making them more susceptible to serious water infections. It is important to closely monitor wounds for secondary infections in fish (Noga, 2010).

Fish can injure each other by rubbing on decorative stones in the aquarium until they get used to the aquarium environment (Alderton, 2008) or attacking during the mating period (Bailey & Sandford, 1998). If these lesions are small, isolation is provided in the affected fish and recovery is achieved without the need for treatment as long as they are closely monitored for secondary wound infections (Noga, 2010). In injuries that may occur in aquariums, due to the potential of bacteria multiplying in an aquarium, more attention should be paid to the risks (Trust & Money, 1972, Lesconko et al., 2003).

Some instruments have been developed to measure fish clusters in open waters, the degree of sociability of individuals, swimming speeds or cluster radii (Capello et al., 2013). These devices are placed in fish using surgical procedures (Dagorn et al., 2007). After the devices are placed, they are covered with different suture materials, from staples to absorbable suture, according to the size of the fish (Meyer et al., 2000; Dagorn et al., 2007).

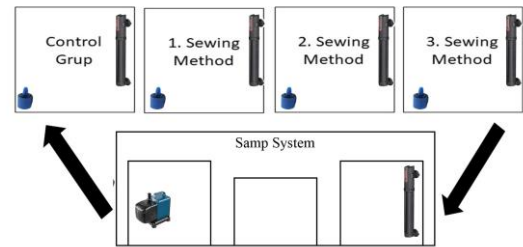
Among the injured tissues, new tissues are formed and cicatrization occurs. Cicatrization is a natural process and this process can be accelerated by supporting the healing efforts of injured tissues. For this purpose, it contributes positively to the healing process prevent the presence of a foreign body between the wound lips and allow the wound lips to approach each other (Samsar & Akın, 2003). For this purpose in sutures, applications are performed to help accelerate the cicatrization in tissues whose tissue integrity is impaired, contribute to the regular return of tissues from the anatomical aspect and restore physiological function (Aslanbey, 2002).

This study aims to try different sewing methods on the experimentally formed incision wounds in fish and determine their usability in different studies in the future.

## MATERIAL AND METHOD

**Fish material:** The study was carried out with the permission obtained from Van Yüzüncü Yıl University, Animal Experts Local Ethics Committee with the decision dated 31.03.2020 and numbered 25198. The experimental part of the study was carried out with the permission of Van Yüzüncü Yıl University Water Creatures Trial Unit (SUCAN) dated 12.03.2020 and numbered SUCAN003. Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish (average 100g) used in the study were obtained from a licensed trial unit (SUCAN).

**The experimental setup:** The fish are placed in aquariums of 50x30x45cm with water that is rested in all groups (Fig 1). A filter, air motor and thermometer are installed in the aquarium. The water temperature was kept at 24 °C throughout the study. The fish were kept in adaptation for seven days (Sarıeyyüpoğlu, 2017). Feeding was carried out in the period following the adaptation. On the day of the cut, the fish were starved. Then, feeding was performed once a day throughout the study.



**Figure 1.** The experimental setup used in the study.  
**Şekil 1.** Çalışmada kullanılan deneme düzeneği.

**Wound formation:** 9 Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish were used in the study. After general anesthesia with 2-Phenoxyethanol in fish, a 2 cm long incision wound was formed in the pectoral region under sterile conditions (Sarıeyyüpoğlu, 2017). No anesthetic substance was given for the induction of anesthesia, as the incision wound creation and stitching processes take approximately 40 seconds. After the procedures were finished, when the fish were thrown into the aquariums, they woke up from anesthesia on average within 75 seconds and started swimming again.

**Suture techniques:** In this study, absorbable synthetic suture material (self-needle braided polyglycolic acid suture) (PGA USP 3/0) was used. Different suture

methods are used in different regions according to the wound's size to support wound healing. In this study, created for fish for this purpose, their effectiveness was evaluated clinically using three different suture techniques used in the skin. To provide support in ensuring wound integrity, three separate fishes were applied to 3 fish in 3 different groups, simple separate suture technique in group 1, "U" suture technique in group 2 and SULTAN or X suture technique in group 3 (Aslanbey, 2002). In the cut wound formed as 2 cm, the simple separate suture was applied as two pieces and in other suture applications as one piece.

**Differences between suture technique:** Simple suture, the most used suture technique, is a suturing used in almost all operations. In this suture, after the inflammation that may occur in the wound, it provides drainage and treatment by taking only one suture without destroying the other sutures. "U" suturing is a suture technique called by different names (Reverse direction suture, four-point suture, separate cushion suture and Halsted suture). In the wounds where this method is applied, a quicker and more precise cicatrization occurs. "X" or SULTAN suture is a unique suture technique. Such sutures are applied in some cases for a more comfortable and healthier suture. This suture is used to meet excessive pressure and tension (Aslanbey, 2002).

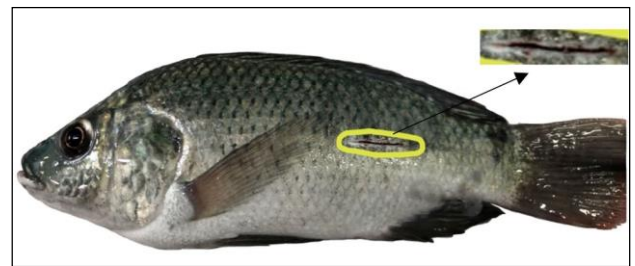
**Application of suture techniques:** The simple suture technique is firstly immersed in the outside and then in the opposite wound lip from the inside and then, after the wound lips are crossed, the surgical knot is made enough and tightened and the suture is finished. The distance between the seams should be 0.5-1 cm according to the wound length and tissue thickness. In the "U" suture technique, after starting as in the simple suture, after leaving the opposite wound lip, this time, the needle is inserted in the opposite direction, and the ends of the thread, which take the shape of the letter U, are knotted on one side of the wound. In this suture, the wound lips close to each other by forming folds. In the "X" or sultan suture, the wound is knotted on the inner side of the lips, perpendicular to the wound line, and outside the wound, knotted and sutured (Aslanbey, 2002).

**Microbial growth of the wound area:** The study was carried out with a closed-circuit UV system. On the first and seventh days of the incision wound formation, cultivations were made from the wound area to the TSA medium. There was no bacterial growth in the media after the 24-hour incubation period at 21 and 37 °C in the TSA medium. This is because the water is believed to result from the filter and UV properties during the recirculation process. Furthermore, accumulation of fluid in the wound or abscess formation was observed (Önalın, 2019).

## RESULTS

### Incision formation on the skin of tilapia fish

In the study, 2 cm lengths and skin thickness cuts were applied to 3 fish samples in all groups except the control group (Fig 2). Before the cut application, the fish were anesthetized in an aquarium prepared with 2-Phenoxyethanol at a rate of 0.4ml/L. After the incision wound formation that performed under anesthesia, the fish were taken back to the group aquariums after they were expected to get out of anesthesia in aquariums with increased oxygen levels. There was no feeding for 6 hours before and after anesthesia. Apart from these periods, feeding was continued.



**Figure 2.** The cut wound created in the study.  
**Şekil 2.** Çalışmada oluşturulan kesik yarası.

**Suture applications on the wound:** It was determined that entering time in anesthesia 2-3 min, the recovery time from anesthesia 4-6 min. Suture applications of the incision wound in fish that were performed under aseptic conditions (Fig 3). The suture application was completed in approximately 80 seconds for each fish after the incision. After the suture application, a one-time pain relief pomade was performed and the fish was left back to the group aquariums after wake up from anesthesia.

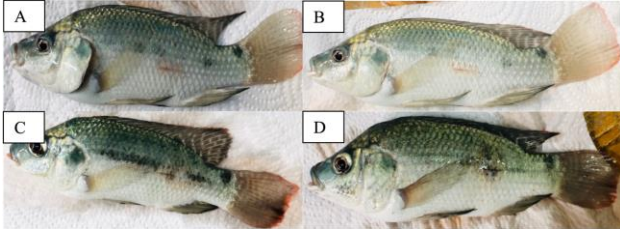


**Figure 3.** Suture application on the skin (A: Simple suture-1, B: Simple suture -2, C: U suture, D: X suture).  
**Şekil 3.** Deri üzerinde dikiş uygulaması (A: Basit dikiş-1, B: Basit dikiş-2, C: U dikişi, D: X dikişi).

**Monitoring wound healing after application:** Daily feeding and follow-up were carried out after the suture application. The formation of inflammation around the wound lips and fluid accumulation mainly in the subcutaneous connective tissue were examined. Also, absorption processes of absorbable suture materials were followed. As a result of the study, it was observed that the



cut wounds were closed at the 6th day in the U suture technique group, at the end of the 7th day in the control group and simple suture technique groups, and in the 9th day in the X suture technique group. It was observed that the absorbable sewing threads used were absorbed in all fish, but in the X suture techniques group, one fish was absorbed in the end of the 9th day.



**Figure 4.** Images of the fish in the different suture group after wound healing (A: Control, B: Simple suture, C: U suture, D: X suture).

**Şekil 4.** Yara iyileşimi sonrasında farklı dikiş gruplarındaki balıkların resimleri (A: Kontrol, B: Basit dikiş, C: U dikişi, D: X dikişi).

**Microbial growth of the wound area:** The study was carried out with a closed-circuit UV system. On the first and seventh days of the incision wound formation, cultivations were made from the wound area to the TSA medium. There was no bacterial growth in the media after the 24-hour incubation period at 21 and 37 °C in TSA medium. This is because the water is believed to result from the filter and UV properties during the recirculation process. Furthermore, accumulation of fluid in the wound or abscess formation was observed.

## DISCUSSION AND CONCLUSION

Nowadays, electronic devices with many different features are used to monitor movement, swimming performance, behavior, growth, physiology and mortality in fish. These devices are implanted into fish by surgical operations (Cooke et al., 2003). Researchers prefer different types of sutures for these operations. These choices are generally related to personal preference and many types of sutures are used successfully in fish (Harms and Lewbart, 2000). The non-absorbable suture materials used for the seam of the skin lose their physical properties in a small amount without losing mass and remain in the body. These should be taken after recovery is achieved when used for the skin instead of absorbent threads (Gemci & Ulcay, 2004).

The absorbable suture materials are available naturally and synthetically. The body's defense system absorbs naturally absorbable materials, and almost all of them cause partial tissue reaction. On the contrary, synthetic suture materials are destroyed by nonenzymatic hydrolysis and their absorption rates are not significantly affected in the presence of infection or inflammation. These have two characteristics that determine the behavior

of living tissues. These are the absorption rate, mass loss and tensile strength protection. Although the absorption rate is important in suture complications, maintaining tensile strength is important as a guarantee of maintaining the tissue approach during healing. The most commonly used absorbable suture materials are catgut, polyglycolic acid, polyglactin, polydioxanone, polymethylene carbonate and polyglycapron 25 (Gemci & Ulcay, 2004; Karasu & Bakır, 2006). Also, monofilament synthetic non-absorbable suture materials (Cooke et al., 2003; Wagner & Cooke, 2005; Wagner & Cooke, 2011), stapler (Meyer et al., 2000; Noga, 2010) and absorbable sutures (Dagorn, 2007; Jepsen et al., 2008) have been reported by this researchers that it is used for fish skin sutures.

Tilapia fish seem healthier in terms of skin protein than warm-blooded animals. The reason for this is interpreted that the collagen obtained from the skin in tilapia fish has high tensile strength and correct physical properties for use in wound healing. As a result of the same study, stating that the collagen from Tilapia skin is hydrophilic and thermally stable, it means that the collagen has a high denaturation temperature of 45 °C, that is, it will not lose its form at body temperature for humans and most animals. Therefore, leather has great importance in fish skin, especially in tilapia fish (Zhou et al., 2015). This also means maintaining structural integrity during skin movements.

In fish slits opened for different purposes in fish, sutures are used to close them. Because suture threads support tissue healing during the wound repair process (Karasu & Bakır, 2006). The simple suture technique, the most used suture technique, is a suturing used in almost all operations. This suture technique provides drainage and healing by taking only one suture after the inflammation that may occur in the wound without damaging the other sutures. "U" suture technique is a suture method that is also called by different names (reverse direction suture, four-point suture, separate cushion suture and Halsted suture). In the wounds where this method is applied, a quicker and more precise cicatrization occurs. "X" or SULTAN suture technique is a special suture shape. Such suture techniques are applied in some cases for a smoother and stronger suture (Aslanbey, 2002). In accordance with the effects of suture techniques on the usage areas, according to the data obtained as a result of our study; in wounds formed in fish, it was observed that the suture "U" was absorbed on the 6th, the simple suture on the 7th and the "X" suture on the 9th day.

In this study, absorbable synthetic suture material (self-needle braided polyglycolic acid suture) (PGA USP 3/0) was used. These suture materials also provide convenience in ending the study by preventing the fish from being anesthetized and stressed again due to being

absorbed after a certain period time. In this study, their roles in wound healing compared to each other were clinically observed using three different suture techniques. In the study, it was observed that the wounds that were closed with the suture "U" heal faster (day 5), and the wounds that were closed with the simple suture (day 6) and the wounds that were closed with the "X" suture (day 7) were closed later.

After suture techniques, no inflammation was observed in the wound area. It has been observed that the absorbable suture material used in the study are at a level that does not affect the wound closure rate in the water. This shows that they have an advantage over non-absorbable suture materials.

As a result, it has been observed that absorbable suture material can be used safely in fish operations if acted in accordance with the asepsis conditions and it has been understood that "U" sutures provide faster healing in suturing applications cover open wounds in fishes and that healthier studies can be performed using this suture method.

## REFERENCES

- Alderton, D. (2008).** *Encyclopedia of Aquarium & Pond Fish*. Dorling Kindersley, China. p.94.
- Aslanbey, E. (2002).** *Veteriner genel operasyon bilgisi*. Medipres, Ankara, 147-172.
- Bailey, M. & Sandford, G. (1998).** *The new guide to aquarium fish*. Anness Publishing, United Kingdom. p.64.
- Capello, M., Soria, M., Potin, G., Cotel, P. & Dagorn, L. (2013).** Effect of current and daylight variations on small-pelagic fish aggregations (*Selar crumenophthalmus*) around a coastal fish aggregating device studied by fine-scale acoustic tracking. *Aquatic Living Resource*, **26**(1), 63-68.
- Cooke, S.J., Graeb, B.D.S., Suski, C.D. & Ostrand, K.G. (2003).** Effects of suture material on incision healing, growth and survival of juvenile largemouth bass implanted with miniature radio transmitters: case study of a novice and experienced fish surgeon. *Journal of Fish Biology*, **62**(1), 1366-1380.
- Cui, M., Zhang, H., Li, J., Liu, R., Wu, M., Xu, D. & Zhang, Q. (2019).** Differential PCR detection of *Streptococcus agalactiae* and *Streptococcus iniae* in tilapia (*Oreochromis niloticus*) by a single primer pair. *Journal of fish diseases*, **42**(8), 1211.
- Dagorn, L., Holland, K.N. & Itano, D.G. (2007).** Behavior of yellowfin (*Thunnus albacares*) and bigeye (*T. obesus*) tuna in a network of fish aggregating devices (FADs). *Marin Biology*, **151**(1), 595-606.
- El-Sappah, A.H., Shawky, A.S.H., Sayed-Ahmad, M.S. & Youssef, M.A.H. (2017).** Estimation of heat shock protein 70 (hsp 70) gene expression in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) using quantitative Real-Time PCR. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, **44**(3), 1003-1015.
- Gemci, R. & Ulcay, Y. (2004).** Ameliyat iplikleri tipleri özellikleri ve krome katgüt ile normal katgüt arasındaki mukavemet farkları. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **9**(2), 95-105.
- Harms, C.G. & Lewbart, G.A. (2000).** Surgery in fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, **3**(3), 759-774.
- Jepsen, N., Mikkelsen, J.S. & Koed, A. (2008).** Effects of tag and suture type on survival and growth of brown trout with surgically implanted telemetry tags in the wild. *Journal of Fish Biology*, **72**(1), 594-602.
- Karasu, A. & Bakır, B. (2006).** Veteriner cerrahide kullanılan dikiş materyalleri. *YYÜ Veteriner Fakültesi Dergisi*, **17**(1-2), 37-44.
- Lescenko, P., Matlova, L., Dvorska, L., Bartos, M., Vavra, O., Navratil, S., Novotny, L. & Pavlik, I. (2003).** Mycobacterial infection in aquarium fish. *Veterinary Medicine-Czech*, **48**(3), 71-78.
- Meyer, C.G., Holland, K.N., Wetherbee, B.M. & Lowe, C.G. (2000).** Movement patterns, habitat utilization, home range size and site fidelity of whitesaddle goatfish, *Parupeneus porphyreus*, in a marine reserve. *Environmental Biology of Fishes*, **59**(1), 235-242.
- Noga, E.J. (2010).** *Fish disease diagnosis and treatment*. Second Edt. Wiley-Blackwell, USA. 13-48p.
- Önalın, Ş. (2019).** Expression differences of stress and immunity genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) with different bacterial fish diseases. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*. **71**(1), 1597-1607.
- Samsar, E. & Akın, F. (2003).** *Genel cerrahi*. Medipres, Malatya, 207-267.
- Sarıeyyüpoğlu, M., Özcan, M. & Barata, S. (2017).** Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda deri ensizyonu ile operasyon uygulanması ve balığın canlılığının kontrolü üzerine bir araştırma. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **29**(1), 9-13.
- Trust, T.J. & Money, V.G. (1972).** Bacterial population of diets for aquarium fishes. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **29**(1), 429-433.
- Verma, N., Kumari, U., Mittal, S. & Mittal, K. (2017).** Effect of asiaticoside on the healing of skin wounds in the carp *Cirrhinus mrigala*: An immunohistochemical investigation. *Tissue Cell*, **49**(6), 734-745.
- Wagner, G.N. & Cooke, S.J. (2005).** Methodological approaches and opinions of researchers involved in the surgical implantation of telemetry transmitters in fish. *Journal of Aquatic Animal Health*, **17**(1), 160-169.
- Wagner, G.N. & Cooke, S.J. (2011).** Surgical implantation techniques for electronic tags in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **21**(1), 71-81.
- Zhou, T., Wang, N., Xue, Y., Ding, T., Liu, X., Mo, X. & Sun, J. (2015).** Development of biomimetic tilapia collagen nanofibers for skin regeneration through inducing keratinocytes differentiation and collagen synthesis of dermal fibroblasts. *ACS Applied Materials & Interfaces*, **7**(5), 3253-3262.



## The Current Fish Fauna of Hopa Stream (Artvin, Turkey)

Davut TURAN<sup>1</sup> Bülent VEREP<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>University of Recep Tayyip Erdoğan, Faculty of Fisheries, Department of Basic Sciences of Fisheries, Inland Water Biology, Campus of Zihni Derin, 53100, Rize, Türkiye.

<sup>2</sup>University of Recep Tayyip Erdoğan, Faculty of Fisheries, Department of Basic Sciences of Fisheries, Marine Biology, Campus of Zihni Derin, 53100, Rize; Türkiye.

Geliş/Received: 00.00.2020

Kabul/Accepted: 00.00.2020

How to cite: Turan, D. & Verep, B. (2020). The Current Fish Fauna of Hopa Stream (Artvin, Turkey). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 378-381. Atıf yapmak için: Turan, D. & Verep, B. (2020). Hopa Çayı'nın Güncel Balık Faunası (Artvin, Türkiye). *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 378-381.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0003-4238-8325>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-9586-6223>

**\*Corresponding author's:**

Bülent VEREP  
University of Recep Tayyip Erdoğan, Faculty of Fisheries, Department of Basic Sciences of Fisheries, Marine Biology, Campus of Zihni Derin, 53100, Rize; Türkiye.  
✉: [bulent.verep@erdogan.edu.tr](mailto:bulent.verep@erdogan.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (533) 453 68 42  
Telephone : +90 (464) 223 33 85  
Fax : +90 (464) 223 4118

**Abstract:** In the present study, the actual fish fauna of Hopa Stream was re-examined. The distribution and latest taxonomic status of the species were assessed. Overall, 3 sampling sites were investigated between 2005–2019 to reveal the inventory of fish species in the area. In total, 11 species were recognized. As a result of this study, one species of *Gasterosteus aculeatus*, which could not be detected in previous studies, were recorded for the first time. As a result, no significant differences were detected in the ecological balance of Hopa Stream in terms of fish fauna, since there is no loss of biodiversity from the previously reported species.

**Keywords:** Fish fauna, Hopa Stream, systematics, freshwater fish.

## Hopa Çayı'nın Güncel Balık Faunası (Artvin, Türkiye)

**\*Sorumlu yazar:**

Bülent VEREP  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Deniz Biyolojisi, Zihni Derin Kampüsü, 53100, Rize; Türkiye.  
✉: [bulent.verep@erdogan.edu.tr](mailto:bulent.verep@erdogan.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (533) 453 68 42  
Telephone : +90 (464) 223 33 85  
Fax : +90 (464) 223 4118

**Öz:** Bu çalışmada, Hopa Çayı'nın balık faunası yeniden incelenmiştir. Türlerin dağılımı ve son taksonomik durumları değerlendirilmiştir. Genel olarak, 2005-2019 yılları arasında bu akarsudaki balık türlerinin envanterinin çıkarılması için 3 örnekleme sahası öngörülmüş ve toplam 11 tür tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda daha önceki çalışmalarda tespit edilemeyen *Gasterosteus aculeatus* türü ilk kez kaydedilmiştir. Daha önce belirlenen türlerden herhangi bir kaybın söz konusu olmaması sebebiyle Hopa Çayı'nın ekolojik dengesinde balık faunası açısından önemli değişiklik olmadığı söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Balık faunası, Hopa Çayı, sistematik, tatlısu balıkları.

## INTRODUCTION

Abbott, (1835) mentioned the existence of trout (Salmonidae) in fresh waters of Trabzon and Erzurum regions. Berg (1949), published a three-volume publications on fish living in the freshwater of Russia and neighboring countries. In his study, particular attention has been given to determine some freshwater fish species

living in the streams and rivers of Black Sea region of Turkey. Slastenonko, (1955-1956) published a book containing both sea and freshwater fish living in the Black Sea Basin. In this book, it is mentioned that some fish species live in the streams and rivers in Trabzon, and Çoruh River. Aras (1974), conducted research on the biological

and ecological characteristics of trout (Salmonidae) living in Çoruh and Aras Rivers. Kuru, (1975) reported 39 fish species and 29 subspecies belonging to 13 families as a result of systematic and zoogeographic examination of fish living in freshwater in the Tigris-Euphrates, Kura-Aras, Lake Van and the Central and Eastern Black Sea regions. Kutrup, (1994) investigated the fish living in freshwaters of Trabzon in terms of taxonomic and ecological aspects. Turan, (2003) studied freshwater fish in Rize and Artvin regions in terms of taxonomic and ecological properties. Turan et al., (2005) reported 7 species and 2 subspecies belonging to 4 families from Hopa Stream. Freyhof et al., (2018) recorded *Cobitis satunini* from Hopa Stream. In this study, the current status of extant fish species in Hopa Stream has been discussed.

## MATERIAL AND METHOD

The study area comprises the Hopa Stream. The Hopa Stream is about 30 km length and originate from Cankurtaran mountain. Overall, 3 sampling sites (upper, middle and lower), were detected to reveal fishes in the area. No environmental problems were observed in this stream during fish sampling (define the sampling period e.g. between 2018 and 2019). The physico-chemical properties of water of Hopa Stream are as follows as temperature 16.4 °C; pH 7.5; electrical conductivity 138.8 µS/cm; dissolved oxygen 10.0 mg/L, suspended material 18.3 mg/L; nitrite 0.16 mg/L; nitrate 0.4 mg/L; sulfate 7.33 mg/L and orto-phosphate 0.7 mg/L (Mutlu, 2019). Fishes were caught between 2004–2018 by Samus 1000 pulsed DC electro-fishing equipment, cast nets and gillnets from 3 sampling sites. After anesthesia, fish specimens were fixed in 4% formaldehyde and transferred to the laboratory for further identification. Formalin-fixed specimens were deposited at FFR (Recep Tayyip Erdogan University Zoology Museum of the Faculty of Fisheries, Rize). We followed by Baycelebi et al., (2015, 2017) to identify species. Common and local names of the species originate from FishBase (Froese and Pauly, 2019).

## RESULTS

Overall, 11 fish species (Table 1) belonging to seven families were recognized. The most species-rich family in the area is Leuciscidae (4 species), followed by Mugilidae (2), Salmonidae (1), Cyprinidae (1), Cobitidae (1), Gobiidae (1) and Gasteriostedae (1).

### Family: Salmonidae

*Salmo rizeensis* Turan, Kottelat & Engin, 2010 (Figure 1)

Type locality: Çoruh River

Turkish name: Dağ alası

English name: Mountain trout

Distributed area: Upper part of Hopa Stream.



Figure 1. Mountain trout (*Salmo rizeensis*)

### Family: Cyprinidae

*Barbus tauricus* (Steindachner, 1897) (Fig. 2)

Type locality: Kırım

Turkish name: Bıyıklı balık

English name: Crimean barbel

Distributed area: Middle part of Hopa Stream



Figure 2. Crimean barbel (*Barbus tauricus*)

### Family: Leuciscidae

*Alburnoides fasciatus* (Nordman, 1840) (Fig. 3)

Type locality: Steams of Eastern Black Sea region

Turkish name: Noktalı inci balığı

English name: Spirlin

Distributed area: Middle part of Hopa Stream



Figure 3. Spirlin (*Alburnoides fasciatus*)

*Alburnus derjugini* Berg, 1923 (Fig. 4)

Type locality: Batumi (Georgia)

Turkish name: İnci balığı

English name: Georgian shemaya

Distributed area: Middle part of Hopa Stream



Figure 4. Georgian shemaya (*Alburnus derjugini*)

*Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) (Fig. 5)  
 Type locality: Volga River (Russia)  
 Turkish name: Kutum, Levkit balığı  
 English name: Black Sea roach  
 Distributed area: Lower part of Hopa Stream



**Figure 5.** Blacksea roach (*Rutilus frisii*).

*Squalius cf seyhanensis* (Fig. 6)  
 Turkish name: Tatlısu kefalı  
 English name: Chub  
 Distributed area: Lower and middle part of Hopa Stream.



**Figure 6.** Chub (*Squalius cf seyhanensis*)

#### Family: Cobitidae

*Cobitis satunini* Glabkov, 1935 (Fig. 7)  
 Type locality: Small streams draining into Black Sea  
 Turkish name: Taşyiyen balık  
 English name: Splendid spined loach  
 Distributed area: Lower part of Hopa Stream



**Figure 7.** Splendid spined loach (*Cobitis satunini*)

#### Family Mugilidae

*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 (Fig. 8)  
 Type locality: European Sea  
 Turkish name: Avrita balığı, has kefal., topan balığı, topbaş balığı  
 English name: Flathead grey mullet  
 Distributed area: Lower part of Hopa Stream



**Figure 8.** Flathead grey mullet (Flathead grey mullet).

*Chelon aurata* (Risso, 1810) (Fig.9)  
 Type locality: Nice (France)  
 Turkish name: Altınbaş kefal balığı  
 English name: Golden grey mullet  
 Distributed area: Lower part of Hopa Stream



**Figure 9.** Golden grey mullet (*Chelon aurata*)

#### Family Gobiidae

*Ponticola constructor* (Nordmann, 1840) (Fig. 10)  
 Type locality: Çoruh River  
 Turkish name: Kaya balığı  
 English name: Caucasian goby  
 Distributed area: Lower part of Hopa Stream



**Figure 10.** Caucasian goby (*Ponticola constructor*).

#### Family: Gasteriostedae

*Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758 (Fig. 11)  
 Type locality: Europe  
 Turkish name: Dikence valığı  
 English name: Three-spined stickleback  
 Distributed area: Lower part of Hopa Stream



**Figure 11.** Three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*).

## DISCUSSION

As a result of this study, 11 fish species currently distributes in Hopa Stream were identified. In previous study conducted by Turan, (2004), 7 species and 2 subspecies were recorded in the stream. Most of these species do not reflect current fish fauna. In this study, the current names of the species are given (Table 1). Additionally, *Gasterosteus aculeatus* have been recorded for the second time in the streams and river in eastern Turkish coast of Black Sea after the last thirty years. The freshwater chub species distributed in the Hopa stream is genetically similar to *Squalius seyhanensis*. Therefore, we identified it as *Squalius cf. seyhanensis*.

**Table 1.** Comparison of the results of this study with Turan et al., (2005).

Turan et al., (2005)	This study
<i>Salmo trutta labrax</i>	<i>Salmo rizeensis</i>
<i>Neogobius kessleri</i>	<i>Ponticola constructor</i>
<i>Leuciscus cephalus</i>	<i>Squalius cf. seyhanensis</i>
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Alburnoides fasciatus</i>
<i>Barbus tauricus escherichi</i>	<i>Barbus tauricus</i>
<i>Rutilus frisii</i>	<i>Rutilus frisii</i>
<i>Chalcalburnus chalcoides</i>	<i>Alburnu derjugini</i>
<i>Liza aurata</i>	<i>Chelon auratus</i>
<i>Mugil cephalus</i>	<i>Mugil cephalus</i>
-	<i>Cobitis satunini</i>
-	<i>Gasterosteus aculeatus</i>

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Esra Bayçelebi (Rize) and Cüneyt Kaya (Rize) for their help during the fieldwork. We also thank Münevver Oral for proofreading the manuscript.

## REFERENCES

- Aras, S. (1974).** *Çoruh ve Aras Havzası Balıkları Üzerinde Biyo-Ekolojik Araştırmalar*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Erzurum, 82s.
- Bayçelebi, E., Turan, D. & Japoshvili, B. (2015).** Fish fauna of Çoruh river and two first record for Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **15**, 783-794.
- Bayçelebi, E., Kaya, C. & Turan, D. (2017).** Rize İli'nin güncel balık faunası. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **2**(2) 43-46.
- Berg, L.S. 1948-49.** [Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries]. Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR, Moskva & Leningrad, vol. 1 (1948), vols. 2-3 (1949). [In Russian; translation: Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1965].
- Kuru, M. (1975).** *Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü Karadeniz Havzası Tathsularında Yaşayan Balıkların (Pisces) Sistematik ve Zoocoğrafik Yönden İncelenmesi*. Doçentlik Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Erzurum, 180s.
- Kutrup, B. (1994).** *Trabzon Yöresindeki Tathsulu Balıklarının Taksonomisi ve Ekolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 64s.
- Mutlu, T. (2019).** *Doğu Karadeniz Havzasında Bazı Akarsuların Eser Element Düzeyleri ve Karadeniz'e Girdilerinin Duraylı Karbon ve Azot İzotop Oranlarıyla Belirlenmesi*. Doktora Tezi, RTEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Ana Bilim Dalı, Rize, 118s.
- Turan, D. (2003).** *Rize ve Artvin Yöresindeki Tathsulu Balıklarının Sistematik ve Ekolojik Yönden İncelenmesi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 182s
- Turan, D., Verep, B., Şahin, C. & İmamoğlu, H.O. (2015).** Hopa Çayı'nda yaşayan balıklar üzerine taksonomik bir araştırma. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, **3**(2), 96-99.
- Turan, D., Kottelat, M. & Engin, S. (2010).** Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **20**(4), 333-364.



## Length Based Growth Estimation of Sea Cucumbers (*Holothuria verrucosa* and *Holothuria pardalis*) (Holothuroidea:Echinodermata) Collected from Coastal Areas of Karachi, Pakistan (northern Arabian Sea)

Quratulan AHMED<sup>1</sup> Sabri BİLGİN<sup>2\*</sup> Qadeer Mohammad ALI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Marine Reference Collection and Resource Centre, University of Karachi, Karachi, Pakistan.

<sup>2</sup>University of Sinop, Fisheries Faculty, Department of Fisheries, Sinop, Turkey.

Geliş/Received: 11.05.2020

Kabul/Accepted: 08.09.2020

**How to cite:** Ahmed, Q., Bilgin, S. & Ali, Q.M. (2020). Length based growth estimation of sea cucumbers (*Holothuria verrucosa* and *Holothuria pardalis*) (Holothuroidea:Echinodermata) collected from coastal areas of Karachi, Pakistan (northern Arabian sea). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 382-389.

Atif yapmak için: Ahmed, Q., Bilgin, S. & Ali, Q.M. (2020). Arap Denizinde (Pakistan) Deniz Hıyarlarının (*Holothuria verrucosa* and *Holothuria pardalis*) (Holothuroidea: Echinodermata) büyümesinin boya dayalı tahmini. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 382-389.

\* : <https://orcid.org/0000-0003-0155-8981>  
 : <https://orcid.org/0000-0002-7597-2483>  
 : <https://orcid.org/0000-0002-0499-0801>

**\*Corresponding author's:**

Sabri BİLGİN  
University of Sinop, Fisheries Faculty,  
Department of Fisheries, Sinop, Turkey.  
 : [srbilgin@hotmail.com](mailto:srbilgin@hotmail.com)  
**Telephone** : +90 (368) 287 62 54 (3391)  
**Fax** : +90 (368) 287 62 69

**Abstract:** Non-seasonal von Bertalanffy and Hoenig seasonal von Bertalanffy models were fitted to the length frequency data of *Holothuria pardalis* and *Holothuria verrucosa* sampled from the coastal areas of Karachi between January and December 2018 for estimating the growth parameters. The Hoenig seasonal von Bertalanffy growth parameters were estimated as  $L_{\infty} = 18.0$  cm total length (TL),  $K = 1.00 \text{ year}^{-1}$  for *H. pardalis* and as  $L_{\infty} = 18.0$  cm TL,  $K = 0.86 \text{ year}^{-1}$  for *H. verrucosa*. *H. verrucosa* individuals reached 68.9% of their maximum total length at the one year old age class. For *H. pardalis* it was calculated as 54.2%. The seasonal oscillation in growth rate for *H. pardalis* ( $C = 0.90$ ) was larger than it was for *H. verrucosa* ( $C = 0.18$ ). The slowest period of growth corresponded to June in *H. verrucosa* and February in *H. pardalis* may be the result of the extended both reproduction and poor nutrition periods due to high rainfall regime. The relatively high calculated values of growth rate parameters for both species may have an important state for their survival rate under the condition of biological stress, but may also increase their potential as a candidate species for aquaculture.

**Keywords:** Biological stress, growth estimation, sea cucumber, seasonal oscillation, north Arabian Sea.

## Arap Denizinde (Karachi, Pakistan) Deniz Hıyarlarının (*Holothuria verrucosa* ve *Holothuria pardalis*) (Holothuroidea: Echinodermata) Büyümesinin Boya Dayalı Tahmini

**\*Sorumlu yazar:**

Sabri BİLGİN  
Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,  
Avlaman İşleme Teknolojisi Bölümü,  
Sinop, Türkiye.  
 : [srbilgin@hotmail.com](mailto:srbilgin@hotmail.com)  
**Telephone** : +90 +90 (368) 287 62 54 (3391)  
**Faks** : +90 (368) 287 62 69

**Öz:** Arap denizi Karachi sahillerinden Ocak ve Aralık 2018 tarihleri arasında örneklenen iki deniz hıyarının boy-frekans verileri kullanılarak mevsimsel olmayan von Bertalanffy ve Hoenig mevsimsel von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri belirlenmiştir. Hoenig denklemi parametreleri *Holothuria pardalis* için  $L_{\infty} = 18,0$  cm toplam boy (TL),  $K = 1,00 \text{ yıl}^{-1}$ , *Holothuria verrucosa* için ise  $L_{\infty} = 18,0$  cm TL,  $K = 0,86 \text{ yıl}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. *H. verrucosa* bireyleri maksimum boyunun %68,9'una, *H. verrucosa* bireyleri ise maksimum boyunun %52,4'üne bir yaşında ulaşmıştır. *H. pardalis* ( $C = 0,90$ ) türünün büyüme hızındaki mevsimsel salınım değeri *H. verrucosa* ( $C = 0,18$ ) türünden daha büyük hesaplanmıştır. Hem *H. verrucosa* (haziran) hem de *H. pardalis* (şubat) için büyümenin en yavaş olduğu zaman dilimi, üreme faaliyetlerinin gerçekleştiği ve yüksek yağış rejiminden dolayı besin madde miktarının azaldığı zaman dilimine karşılık gelmiştir. Araştırma bölgesinde, üreme faaliyetleriyle beraber muson yağmurlarının büyüme üzerine etkisi detaylı bir şekilde çalışılmalıdır. Çalışılan türlerin yüksek büyüme oranına sahip olmas, biyolojik olarak strese neden olan ortamlarda hayatta kalmaları ve su ürünleri yetiştiriciliğine aday olma potansiyellerini de artırabilir.

**Anahtar kelimeler:** Büyüme, biyolojik stres, deniz hıyarı, kuzey Arap denizi, mevsimsel salınım.

## INTRODUCTION

Sea cucumbers belong to the class Holothuroidea and so are also referred to as holothurians. Holothurians are found throughout all oceans and seas, at all latitudes, from the shore down to abyssal plains (Purcell et al., 2012). The adult stages are benthic (living on the sea bottom); some species live on hard substrates, rocks, coral reefs. Most of the species inhabit soft bottoms, on the sediment surface or buried in the sediment (Purcell et al., 2012; WoRMS, 2020). Holothurian species such as *Holothuria pardalis* and *Holothuria verrucosa* is commercially important, distributed at some localities in the Western Pacific, parts of Asia and the Indian Ocean, including the Red Sea and the Comoros, and along the Pacific coast of Central America (Purcell et al., 2012; WoRMS, 2020). This species live in rocky, sandy and muddy bottoms from shallow to deeper waters (Pawson, 1976), and also in crevice between boulders (Ahmed et al., 2020). According to Lane et al. (2000), *H. pardalis* and *H. verrucosa* live up to 306 m and 30 m water depth, respectively.

Total 25 sea cucumber species have been recorded from coastal waters of Pakistan, seven of which are important commercially (Tahera & Tirmizi, 1995; Purcell, 2010; Purcell et al., 2015; Ahmed & Ali, 2014; Ahmed et al., 2016a; Ahmed et al., 2020). Currently, sea cucumber fishing occurs all over the world, but, there is no traditional sea cucumber fisheries in Pakistan (Moazzam & Moazzam 2020).

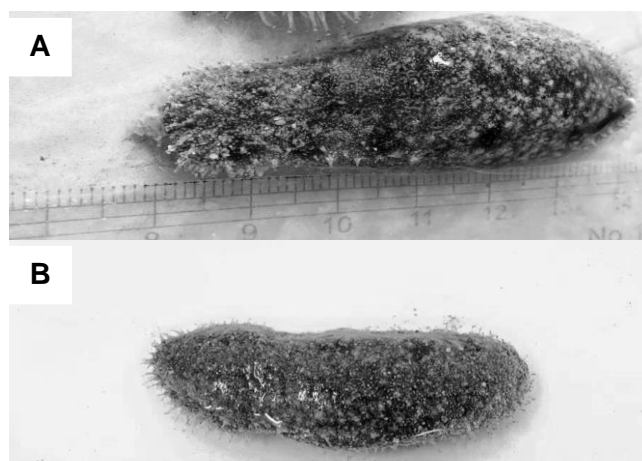
Knowledge on fisheries biology and population dynamics of marine fauna such as sea cucumbers is important tools for marine biologist. Thus, the crucial biological information including reproduction biology and growth parameters on the commercially important species is necessary for management of global sea cucumbers fisheries. In the scientific literature, there are some works about the growth of sea cucumbers; including the weight - length relationships (WLRs) and condition factor (CF) based growth features have been reported in Holothurian species such as *Ohshimella ehrenbergii*, *H. arenicola*, *H. atra*, *H. pardalis* and *H. verrucosa* from the northern Arabian Sea coasts of Pakistan (Siddique et al., 2014; Ahmed et al., 2018a,b). In addition to these, a detailed study on the population dynamics of sea cucumbers has been carried out on the *H. arenicola* stocks in Manora and Buleji rocky shores in the northern Arabian Sea, Pakistan so far (Siddique & Ayub, 2015).

The growth parameters can be use as a tool in stock assessment studies, fish biology, fish population dynamics and also fisheries research studies. von Bertalanffy growth function curve parameters mostly effect by biotic and a-biotic factors such as sea water temperature, salinity, primer and/or secondary productivity as phyto and zoo plankton abundance, reproduction and/or

spawning time or spawning season, food and feeding activities etc. These parameters under the influence of different factors such as animal size and age, gonad activities and maturity stages, quantitative and quality of food and feeding activities and also seasons etc. In Pakistan, monsoon winds carry moisture from the Indian Ocean and bring heavy rains during the monsoonal period between May and September. More than fifty percent of annual rainfall occurs in the monsoon season, mostly from July to August (Hussaina et al., 2010). Mobilized sea life by pre and post monsoon seasons affect directly or indirectly to the life of marine flora and also fauna species such as sea cucumber, *H. pardalis* and *H. verrucosa*. In the scientific literature, there is no knowledge on seasonal and/or non-seasonal growth parameters of *H. pardalis* and *H. verrucosa*. Our aim was to obtain first growth parameters from length-frequency data of the two species, *H. pardalis* and *H. verrucosa*, inhabiting the Sunehri and Buleji coast (north Arabian Sea, Pakistan), by fitting different growth models: the non-seasonal von Bertalanffy and the Hoenig seasonal von Bertalanffy models.

## MATERIAL AND METHOD

**Study area and sampling:** *Holothuria pardalis* (n = 340) and *Holothuria verrucosa* (n = 300) specimens (Figure1) were monthly collected from Buleji (24°50'20.41" N, 66°49'24.15" E) and Sunehri (24°52'33.49" N, 66°40'40.20" E) (Figure 2) coast from intertidal zone by hand-picking through forceps at low tide between January to December 2018.



**Figure 1.** *Holothuria pardalis* Selenka, 1867 (A) and *Holothuria verrucosa* Selenka, 1867 (B) Photo by Q. Ahmed.

Collected specimens were kept alive in water filled containers and than were transported to the laboratory and shifted in well aerated aquaria. For taxonomic studies and identification, morphological



features were examined and microscopic studies were conducted. Ossicles were taken from three positions (dorsal and ventral body walls, and tentacles); wet mounts were prepared by placing a small piece of skin tissue on slide and adding few drops of 3.5% bleach, the slides were then rinsed with drops of distilled water. The slides were examined under the Nikon LABOPHOT-2 microscope at 10x10 magnifications. Microphotography was also performed through Fujifilm 16 MP digital camera (see Ahmed et al., 2018b for more details). Length (cm) data were collected for each sea cucumber after allowing the sea cucumber to relax in water for 5 min. Total length from mouth to anus was measured to the flexible ruler.

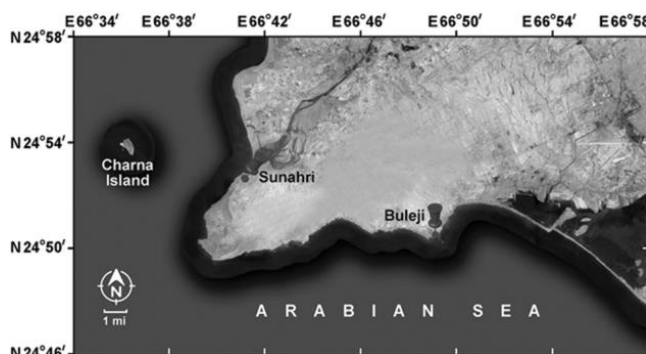


Figure 2. Sampling stations, Buleji and Sunehri in Karachi coast, north Arabian Sea, Pakistan.

**Von Bertalanffy Growth Function Parameter**

**Estimation:** Growth in length has been described using the von Bertalanffy (1938) growth function, based on either observed or back calculated length at ages. The length frequency distribution analysis (LFDA) package is also a PC based computer package for estimating growth parameters from length frequency distributions. Version 5.0 of LFDA includes methods for estimating the parameters of both non seasonal and seasonal versions of the von Bertalanffy growth curve (Kirkwood et al., 2003).

The standard (three parameters) or non-seasonal von Bertalanffy (1938) growth function (VBGF) is:

$$L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Seasonal growth or five parameter von Bertalanffy growth model (5 Parameters VBGF) was described using the Somers’s (1988) version of the VBG equation:

$$L_t = L_{\infty} \left[ 1 - e^{\left[ -K(t-t_0) - \left( \frac{C \cdot K}{2\pi} \right) \sin 2\pi(t-t_5) + \left( \frac{C \cdot K}{2\pi} \right) \sin 2\pi(t_0 - t_5) \right]} \right],$$

where,  $L_t$  is length at age  $t$ ,  $L_{\infty}$  is the asymptotic length to which the sea cucumber growth,  $K$  is the growth-rate parameter,  $t_0$  is the nominal age at which the length is zero,  $C$  is the relative amplitude ( $0 \leq C \leq 1$ ) of the seasonal oscillations,  $t_5$  is the phase of the seasonal oscillations ( $-0.5 \leq t_5 \leq 0.5$ ) denoting the time of year corresponding to the start of the convex segment of sinusoidal oscillation.

The time of the year when the growth rate is slowest, known as the winter point (WP), was calculated as:

$$WP = t_5 + 0.5.$$

Seasonal VBG curves were fitted to the length distributions after first indicating a range of values of  $L_{\infty}$  and  $K$  and reducing iteratively the range to maximize the goodness of fit ( $Rn$ ) of the curves to the data.  $Rn$  was calculated as:

$$Rn = \frac{10^{ESP}}{10^{ASP}}$$

where  $ASP$  is the available sum of peaks, computed by adding the best values of the available peaks, and  $ESP$  is the explained sum of peaks, computed by summing all the peaks and troughs hit by the VBGF curve.

Analysis of the length data were fitted to length frequency distributions grouped in 2 cm total length size classes using the electronic length frequency analysis (ELEFAN) procedure in the PC-based computer package Version 5.0 of Length - Frequency Distribution Analysis (Kirkwood et al. 2003).

The ELEFAN procedure first restructures length frequencies and then fits a VBGF curve to the restructured data. Both seasonal and non-seasonal VBGF curves were fitted to the seasonal length distribution after providing a range of values for the parameters to be estimated and then iteratively reducing the range until the goodness of fit of the curve to the data is maximized.

**Reliability of growth parameter estimates:**

Having estimated a set of growth parameters, one would like to evaluate their reliability. A possible test is the so-called phi-prime test ( $\Phi'$ ) known as growth performance index. This test is based on the discovery by Pauly and Munro (1984) that  $\Phi'$  values are very similar within related taxa. So, the growth performance comparisons were made using the growth performance index ( $\Phi'$ ) which is preferred rather than using  $L_{\infty}$  and  $K$  individually (Pauly and Munro 1984) and is computed as:

$$\Phi' = \log(K) + 2 \log(L_{\infty}).$$

**RESULTS**

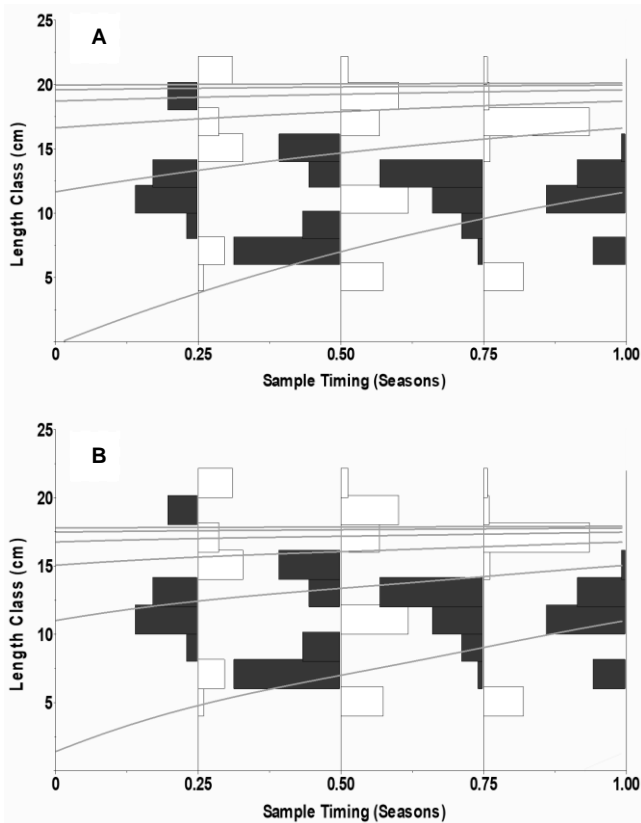
**Population Structure:**

A total of 340 *H. pardalis* and 300 *H. verrucosa* were sampled between January and December 2018. The total length ranged between 4 and 19 cm (mean  $9.9 \pm 0.19$  cm; 95%: 9.6 - 10.3 cm) for the *H. pardalis*, and between 4 and 19 cm (mean  $11.5 \pm 0.20$ , 95%: 11.1 - 11.8 cm) for the *H. verrucosa*. Mean total length of *H. verrucosa* was significantly greater than the *H. pardalis* mean total length (t test;  $P < 0.001$ ). Size-frequency distributions were significantly different between two species (Kolmogorov-Smirnov two-sample test;  $d = 0.196$ ,  $P < 0.001$ ).

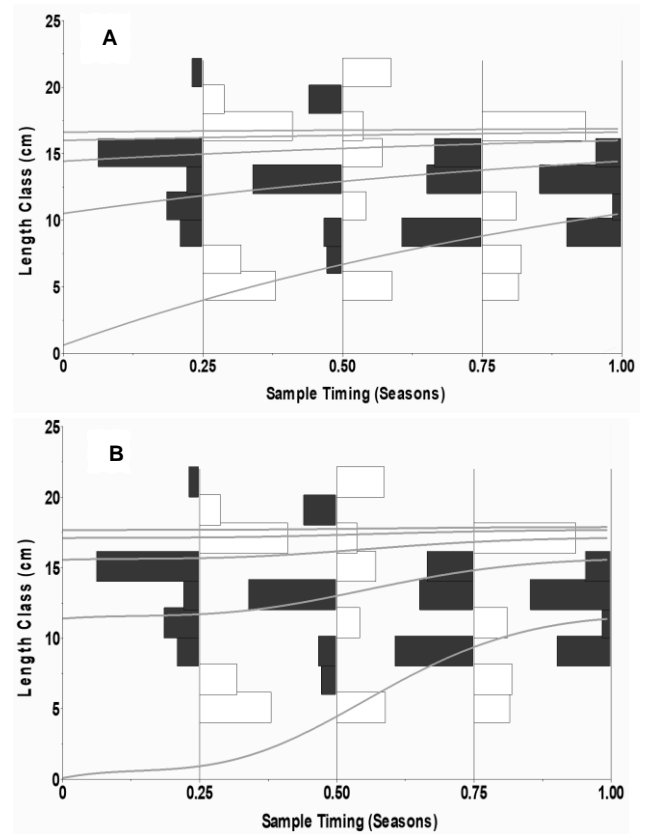
**Age structure and von Bertalanffy Growth**

**Parameters:** The seasonal and non-seasonal VBGF curves parameters obtained from the LFDA for each species are summarized in Table 1. The *Rn* value of the non-seasonal growth curve for *H. verrucosa* did not improve when a seasonal growth curve was fitted (Table 1), suggesting that, at least for our data, *H. verrucosa* do not exhibit a seasonal growth pattern. This was also apparent in the results of the relative amplitude values of the seasonal oscillations ( $C = 0.18$ ) and in Figure 3B where no sinusoidal pattern could be observed in the seasonal von Bertalanffy growth curve. In *H. pardalis*, on the other hand, the *Rn* value of the non-seasonal VBGF curve improved by 36.18% after fitting the seasonal VBGF curve (Table 1). This result was also supported by the relative amplitude values of the seasonal oscillations ( $C = 0.90$ ) and in Figure 4B where sinusoidal pattern could be observed in the seasonal VBGF curves for *H. pardalis*.

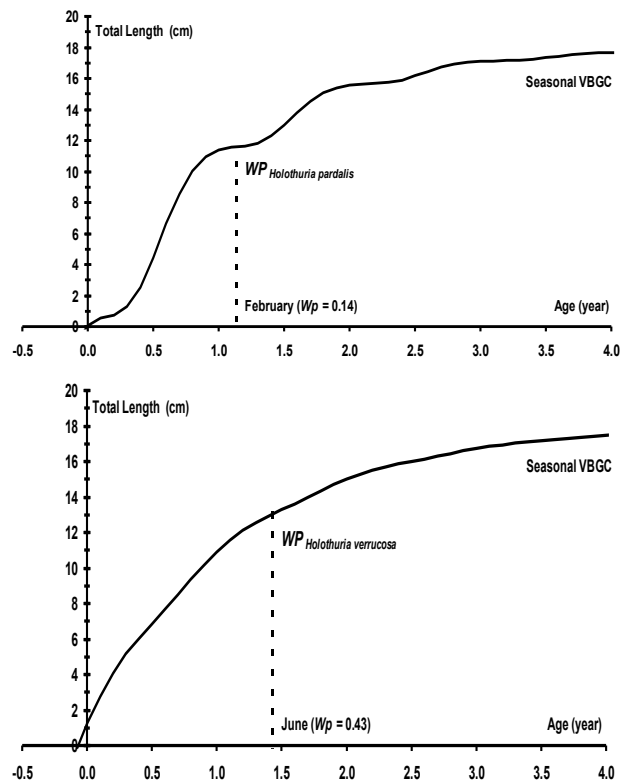
The slow growth period started at the beginning of June for *H. verrucosa* ( $WP = 0.43$ ; Figure 5). For *H. pardalis*, however, the start of slow growth period was at the end of February ( $WP = 0.14$ ; Figure 5). The calculated growth performance index ( $\Phi'$ ; Table 1) of seasonal growth for *H. pardalis* ( $\Phi' = 2.511$ ) was a bit greater than the *H. verrucosa* ( $\Phi' = 2.445$ ) growth performance indices (Table 1).



**Figure 3.** Length frequency distribution of *Holothuria verrucosa* with non- seasonal (A) and the Hoening seasonal (B) von Bertalanffy growth function curves (lines) in the north Arabian Sea, Pakistan.



**Figure 4.** Length frequency distribution of *Holothuria pardalis* with non- seasonal (A) and the Hoening seasonal (B) von Bertalanffy growth function curves (lines) in the north Arabian Sea, Pakistan.



**Figure 5.** Winter point ( $Wp$ ) of the seasonal oscillations in the seasonal von Bertalanffy growth function curves for *Holothuria pardalis* and *Holothuria verrucosa* in the north Arabian Sea, Pakistan.

**Table 1.** Seasonal and non-seasonal von Bertalanffy growth function (VBGF) curves parameters estimated from the length frequency distribution analysis and maximum life span for *Holothuria verrucosa* and *Holothuria pardalis*.  $L_{\infty}$ , asymptotic total length (cm);  $K$ , growth coefficient ( $\text{year}^{-1}$ );  $t_0$ , age at zero length;  $WP$ , winter point;  $C$ , amplitude of growth oscillation;  $Rn$ , goodness of fit index;  $\Phi'$ , growth performance index.

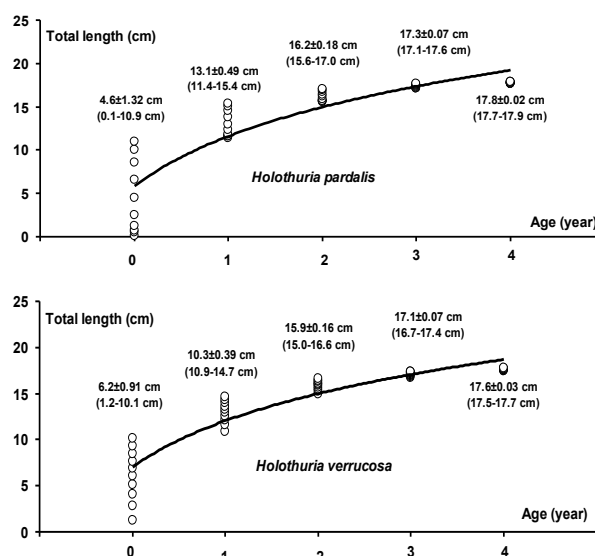
Parameters	<i>Holothuria pardalis</i>		<i>Holothuria verrucosa</i>	
	Hoening Seasonal	Non-Seasonal	Hoening Seasonal	Non-Seasonal
$L_{\infty}$ (cm)	18.00	17.03	18.00	20.21
$K$ ( $\text{year}^{-1}$ )	1.00	0.92	0.86	0.87
$t_0$ (year)	-0.01	-0.04	-0.07	-0.99
$WP$	0.14	-	0.43	-
$C$	0.90	-	0.18	-
$Rn$	0.489	0.485	0.286	0.210
$\Phi'$	2.511	2.426	2.445	2.551

Estimated age - length key calculated from the seasonal VBGF curves parameters both *H. pardalis* and *H. verrucosa* individuals are showed in Figure 6. Length for the one year old class was estimated as  $10.3 \pm 0.39$  cm for *H. verrucosa* and  $13.1 \pm 0.49$  cm for *H. pardalis* by LFDA method. The calculated mean total length in the ages showed that the *H. verrucosa* individuals reached 68.9% of their maximum total length ( $L_{max} = 19$  cm) at the one year old class (mean:  $10.3 \pm 0.39$  cm). For *H. pardalis* it was also calculated as 54.2%. This fast growth characteristic of small individuals of these two species was also apparent in the growth curves in Figure 3-5, where it could be observed that the slight slope in the larger individuals compared to smaller sea cucumber leading to small individuals (< mean 4.6-6.2 cm) grew more fastly than large ones.

Monthly growth rate of *H. verrucosa* was calculated as 0.52 cm/month for 0-365 days (0 age class), 0.57 cm/month 365 - 730 days (1 age class), 0.24 cm/month for 730 - 1095 days ( 2 age class) by using estimated average total length values in the ages of *H. verrucosa*. For *H. pardalis*, however, it was calculated as 0.38 cm/month for 0-365 days (0 age class), 0.71 cm/month 365 - 730 days (1 age class), 0.26 cm/month for 730 - 1095 days (2 age class). In older individuals (>2 years old), it almost tended to steady state for two species.

### DISCUSSION

To the best of our knowledge this is the first study to calculate non-seasonal and the Hoening seasonal VBGF curve parameters and age - length key of two holothurians, *H. pardalis* and *H. verrucosa*. When there is a seasonal growth pattern for holothurian species belonging to the same family in a geographical region, the estimations of  $L_{\infty}$  and  $K$  may differ significantly between the seasonal and non-seasonal models. The first function, the non-seasonal VBG model, provided realistic results. However, when seasonality was included (with the Hoening model), more reliable values were obtained, which confirmed the seasonality in the growth of *H. pardalis* and *H. verrucosa*.



**Figure 6.** Length - age key (estimated length for each year class) from the seasonal von Bertalanffy growth function curves parameters both *Holothuria pardalis* and *Holothuria verrucosa* in the north Arabian Sea, Pakistan. Values as mean  $\pm$  stan. Err. (Min - Max).

Our results including  $L_{\infty}$  and  $K$  obtained both seasonal and non-seasonal models showed that examined two sea cucumber have fast growth characteristics and also young and/or juvenile individuals (e.g. 0 and 1 years old) grow faster than olders. These mentioned growth rates for two species indicate that these species achieve asymptotic size quickly, even faster than other holothurians, such as *Isostichopus badionotus* ( $K = 0.2$ ), *Isostichopus fuscus* ( $K = 0.18$ ), *Stichopus vastus* ( $K = 0.55$ ), *Stichopus quadrifasciatus* ( $K = 0.34 \text{ year}^{-1}$ ), *Holothuria arguinensis* ( $K = 0.88 \text{ year}^{-1}$ ), *Holothuria atra* ( $K = 0.11 \text{ year}^{-1}$ ), *Holothuria scabra* ( $K = 0.52 \text{ year}^{-1}$ ) and *Holothuria pulla* ( $K = 0.24 \text{ year}^{-1}$ ) (Poot-Salazar et al., 2015; Herrero-Pérezrul et al., 1999; Sulardiono et al., 2012; Sulardiono & Muskananfolo, 2019; Olaya-Restrepo et al., 2018; Ebert, 1978; Pauly et al., 1993). Furthermore, the growth parameters ( $L_{\infty}$  and  $K$ ) reported here for two holothurians are not similar to those reported for other species (Table 2) except for the  $K$  values of *I. badionotus* ( $K = 0.70$ ) and *H. arguinensis* ( $K = 0.88$ ) in the family Stichopodidae and Holothuriidae. Growth differences among different populations of sea cucumber species have been attributed mainly to geographical variations (e.g. latitudinal variations, see: Herrero-Pérezrul et al., 1999) (Table 2). These growth differences of the different sea cucumber species belonging to different family may not only be affected by latitude but also by other biotic (e.g. prey availability, predators, genetic variation) and abiotic factors (e.g. salinity, habitat structure).

**Table 2.** Growth parameters of different sea cucumber species belonging to different family.  $L_{\infty}$ , asymptotic total length (cm);  $K$ , growth coefficient (year<sup>-1</sup>);  $\Phi'$ , growth performance index.

Family	Species	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (yr <sup>-1</sup> )	$\Phi'$	Area	References
Stichopodidae	<i>Isostichopus badionotus</i>	31.9	0.60	2.786	Celestun, Mexico	1
	<i>Isostichopus badionotus</i>	38.0	0.20	2.461	Sisal, Mexico	1
	<i>Isostichopus badionotus</i>	23.5	0.70	2.587	Progreso, Mexico	1
	<i>Isostichopus fuscus</i>	36.1	0.18	2.370	Gulf of California, Mexico	2
Stichopodidae	<i>Stichopus vastus</i>	31.6	0.55	2.739	Karimunjava, Indonesia	3
	<i>Stichopus quadrifasciatus</i>	38.7	0.34	2.707	Karimunjava, Indonesia	4
Holothuridae	<i>Holothuria arguinensis</i>	66.9	0.88	3.595	South Portugal	5
	<i>Holothuria atra</i>	32.4	0.11	2.062	Marshall Islands	6
	<i>Holothuria scabra</i>	29	0.52	2.641	Bolinao, Philippines	7
	<i>Holothuria pulla</i>	30.7	0.24	2.354	Bolinao, Philippines	7

1) Poot-Salazar et al., 2015; 2) Herrero- Pérezrul et al., 1999; 3) Sulardiono et al., 2012; 4) Sulardiono & Muskananfolo, 2019; 5) Olaya-Restrepo et al., 2018; 6) Elbert, 1978; 7) Pauly et al., 1993.

The  $R_n$  and  $C$  values with visual growth curves (Figure 3B, 4B) evidenced that *H. pardalis* exhibited marked seasonality in growth than *H. verrucosa*. Seasonal growth pattern was also reported for different holothurians such as *H. arguinensis* from South Portugal (Olaya-Restrepo et al., 2018) and *Isostichopus badionotus* off the northwest coast of Yucatan state, Mexico (Poot-Salazar et al., 2015), *Isostichopus fuscus* at Espiritu Santo Island, Gulf of California, Mexico (Herrero-Perezrul & Reyes-Bonilla, 2008) and *Cucumaria pseudocurata* at Shell Beach, Sonoma County, California (USA) (Rutherford, 1973). Since there is no information on either seasonal or non-seasonal VBGF curve parameters for *H. pardalis* and *H. verrucosa* population along Karachi coast, Pakistan (northern Arabian Sea), we were unable to compare our findings with other studies. However, the major factors affecting the seasonal growth of marine organisms such as marine invertebrate were reported to be photoperiod, variation in water temperature and salinity fluctuating over the year, seasonal change in nutrient quality/availability, energy input into reproduction during the breeding season (Bilgin et al., 2009ab; Poot-Salazar et al., 2015; Olaya-Restrepo et al., 2018). Unfortunately, detailed studies neither of productivity along the northern Arabian Sea coasts nor of the sea cucumber species reproduction biology such as maturation and spawning time, size at sexual maturity in these regions yet exists (except for the spawning time of *H. arenicola*). The coast of Pakistan is for most of the year influenced by high-salinity surface water (36 to 38 ppt) and the sea surface temperature (SST) during summer (May to September) is 28 - 30°C while during winter (November to February) it is 21 - 24°C and also rainfall < 150 mm annually (Siddique & Ayub, 2015). Furthermore, there is variations in nutrient concentration in pre-monsoon (January to May), monsoon (June to August) and post-monsoon (September to December) due to fluctuations of rainfall. Such variations may also be related to productivity and availability of food and to the reproductive cycle and growth of sea cucumber species

such as *H. verrucosa* and *H. pardalis* and others in the north Arabian Sea, Pakistan. The variations in the period of the  $WP$  known as slowest growth time generally related to environmental factors, physiological conditions of the marine animal, fullness of stomach and gonads stages (Bilgin et al., 2009a, 2009b; Ahmed et al., 2016b, 2016b). The temperature also plays an important role in the reproductive events and the abundance of food and therefore it indirectly effective on the  $WP$  of the marine animals. As mentioned above, maturity and reproduction time based on gonad examination of the sea cucumber has not yet known along the northern Arabian Sea coasts (except for *H. arenicola* (Siddique & Ayub, 2015)). But, the fluctuations of the condition index, which related to reproduction time have been reported for different sea cucumbers from these regions. For example, the seasonal variations in the mean condition factor ( $CF$ ) of different sea cucumber species such as *Ohshimella ehrenbergii*, *H. arenicola*, *H. atra*, *H. pardalis* and *H. verrucosa* was reported from the coasts of Karachi, Pakistan (Siddique et al., 2014; Ahmed et al., 2018a, 2018b) and the fluctuation of the gonad index ( $GI$ ) of these species deduced from the seasonal distribution of the condition factor as: higher during summer (monsoon) and lower during winter (post-monsoon). These  $GI$  fluctuation of the sea cucumbers are also compatible with the studies of Siddique & Ayub (2015). Namely, the  $GI$  of *H. arenicola* was observed during spring and early summer, followed by a decrease in autumn and winter, which showed the spawning followed by resting phase. Moreover, the  $GI$  values were reported as a significant negative correlation with salinity and non-significant correlation with temperature (Siddique & Ayub, 2015). The period of slowest growth for *H. verrucosa* corresponded to the monsoon when the highest  $GI$  value occurs (i.e. June). The slowest growth period for *H. pardalis*, however, was estimated to be February, which is the period with a relatively low water temperature. Since the growth rate of holothurians depends on the effects of the climatic events (e.g. monsoon rain, temperature fluctuations)

on the food availability and quality of the habitat and also reproduction events, the slow growth of *H. pardalis* in winter may be the result of the extended both reproduction and poor nutrition periods due to high rainfall regime (lowers coastal seawater salinity) in monsoon and water temperatures.

In conclusion, seasonal growth was more pronounced in *H. pardalis*, probably due to the long spawning period and fluctuations of rainfall which decreased the productivity and availability of food and therefore caused individuals to grow seasonally. In *H. verrucosa*, growth was dictated by the climatic events rather than reproduction activity. The effects of the climatic events as monsoon rain and reproduction activities on growth should be studied in detail in order to provide data for holothurian fisheries management in the north Arabian Sea, Pakistan

## REFERENCES

- Ahmed, Q. & Ali, Q.M. (2014). Abundance and distribution of Holothuroidea (Echinodermata) with emphasis on heavy metals accumulation in organism and its habitat, Project: Higher Education Commission of Pakistan, (Grant No. IPFP/HRD/HEC/1688).
- Ahmed, Q., Ali, Q.M. & Conand, C. (2016a). New Additions to the holothurian fauna of Pakistan: *Holothuria verrucosa*, *Holothuria cinerascens* and *Ohshimella ehrenbergii*. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, #36, 20-23.
- Ahmed, Q., Bilgin, S. & Bat, L. (2016b). Length based growth estimation of most commercially important scombridae from offshore water of Pakistan coast in the Arabian Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16, 155-167. DOI: 10.4194/1303-2712-v16\_1\_16.
- Ahmed, Q., Ali, Q.M. & Bilgin, S. (2018a). Weight-length relationship of Sclerodactylidae sea cucumber, *Ohshimella ehrenbergii* (Selenka, 1868) (Echinodermata: Holothuroidea), from Karachi coast, Pakistan. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, #38, 79-80.
- Ahmed, Q., Poot-Salazar, A., Ali, Q.M. & Bat, L. (2018b). Seasonal variation in the length-weight relationships and condition factor of four commercially important sea cucumbers species from Karachi Coast- Northern Arabian Sea. *Natural and Engineering Sciences*, 3(3), 265 - 281. DOI: 10.28978/nesciences.468667.
- Ahmed, Q., Thandar, A.S. & Ali, Q.M. (2020). *Holothuria (Lessonothuria) insignis* Ludwig, 1875 (formally resurrected from synonymy of *H. pardalis* Selenka, 1867) and *Holothuria (Lessonothuria) lineata* Ludwig, 1875 - new additions to the sea cucumber fauna of Pakistan, with a key to the subgenus *Lessonothuria* Deichmann (Echinodermata: Holothuroidea). *Zootaxa*, 4767(2), 307-318. DOI: 10.11646/zootaxa.4767.2.6.
- Bilgin, S., Özen, Ö. & Samsun, O. (2009a). Sexual seasonal growth variation and reproduction biology of the rock pool prawn, *Palaemon elegans* (Decapoda: Palaemonidae) in the southern Black Sea. *Scientia Marina*, 73(2), 239-247. DOI: 10.3989/scimar.2009.73n2239.
- Bilgin, S., Samsun, O. & Özen, Ö. (2009b). Seasonal growth and reproduction biology of the Baltic prawn, *Palaemon adspersus* (Decapoda: Palaemonidae), in the southern Black Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(3), 509-519. DOI: 10.1017/S0025315408003056.
- Ebert, T.A. (1978). Growth and size of the tropical sea cucumber *Holothuria (Halodeima) atra* Jaeger, at Eniwetok Atoll, Marshall Islands. *Pacif Sci*, 32, 183-191.
- Hamano, T., Amio, M. & Hayashi, K. (1989). Population dynamics of *Stichopus japonicus* Selenka (Holothuroidea, Echinodermata) in an intertidal zone and on the adjacent subtidal bottom with artificial reefs for Sargassum. *Suisanzoshoku*, 37, 179-186.
- Herrero-Pérezrul, M.D., Reyes, H., García-Domínguez, F. & Cintra-Buenrostro, C.E. (1999). Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the southern Gulf of California, México. *Marine Biology*, 135, 521-532.
- Herrero-Pérezrul, M.D. & Reyes-Bonilla, H. 2008. Weight-length relationship and relative condition of the holothurian *Isostichopus fuscus* at Espiritu Santo Island, Gulf of California, Mexico. *International Journal of Tropical Biology*, 56(3):273-280.
- Hussaina, I., Spöck, G., Pilz, J. & Yu, H.L. (2010). Spatio-temporal interpolation of precipitation during monsoon periods in Pakistan. *Advances in Water Resources*, 33(8), 880-886.
- Kirkwood, G.P, Aukland, R. & Zara, S.J. (2003). Software: Length Frequency Distribution Analysis (LFDA) Version 5.0. Marine Resources Assessment Group (MRAG) Ltd., London, UK.
- Lane, D.J.W., Marsh, L.M., Spiegel, V. & Rowe, F.W.E. (2000). Echinoderm fauna of the South China Sea: an inventory and analysis of distribution patterns. *The Raffles Bulletin of Zoology*, (Suppl. 8), 459-493.
- Moazzam, M. & Moazzam, N. (2020). Annotated checklist of sea cucumbers from Pakistan with new records of *Holothuria (Theolothuria) hamata* (Pearson, 1913) and *Stichopus herrmanni* (Semper, 1868), *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, #40, 32-39.
- Olaya-Restrepo, J., Erzini, K. & González-Wangüemert, M. (2018). Estimation of growth parameters for the exploited sea cucumber *Holothuria arguinensis* from South Portugal.

- Fishery Bulletin*, 116, 1-8. DOI: [10.7755/FB.116.1.1](https://doi.org/10.7755/FB.116.1.1)
- Pauly, D. & Munro, J.L. (1984).** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2, 21.
- Pauly, D., Sambily, V. & Opitz, S. (1993).** Estimates of relative food consumption by fish and invertebrate populations required for modeling the Bolinao reef ecosystem, Philippines. In: Christensen, V. & Pauly, D. (Ed), *Trophic models of aquatic ecosystems*. ICLARM Conf. Proc. 26., 236-251p, ICLARM, Philippines.
- Pawson, D. (1976).** Shallow-water sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea) from Carrie Bow Cay, Belize. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 89, 369-382.
- Poot-Salazar, A., Hernández-Flores, Á. & Ardisson, P. (2015).** Use of the SLW index to calculate growth function in the sea cucumber *Isostichopus badionotus*. *Scientific Reports*, 4, 5151. DOI: [10.1038/srep05151](https://doi.org/10.1038/srep05151).
- Purcell, SW. (2010).** Managing Sea Cucumber Fisheries with an Ecosystem Approach to Managing Sea Cucumber Fisheries, *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* No. 520, Rome, FAO, 157p.
- Purcell, S.W., Samyn Y. & Conand, C. (2012).** Commercially important sea cucumbers of the world. *FAO species catalogue for fisheries purposes*. No. 6. Rome: FAO, 150 p.
- Rutherford, J.C. (1973).** Reproduction, growth and mortality of the holothurian *Cucumaria pseudocurata*. *Marine Biology*, 22, 167-176. DOI: [10.1007/BF00391780](https://doi.org/10.1007/BF00391780)
- Siddique, S., Ayub, Z. & Siddiqui, G. (2014).** Length-weight relationship and condition factor in *Holothuria arenicola* (Holothuroidea: Echinodermata) found on two rocky coasts of Karachi, Pakistan. *Pakistan Journal of Marine Sciences*, 23,(1 2), 51-63.
- Siddique, S. & Ayub, Z. (2015).** Population dynamics and reproduction of *Holothuria arenicola* (Holothuroidea: Echinodermata) in coastal waters of Pakistan, North Arabian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95(6), 1245-1254. DOI: [10.1017/S0025315415000041](https://doi.org/10.1017/S0025315415000041)
- Somers, I.F. (1988).** On a seasonally oscillating growth function. *Fishbyte*, 6(1), 8-11.
- Sulardiono, B., Prayitno, S.B. & Hendrarto, I.B. (2012).** The growth analysis of *Stichopus vastus* (Echinodermata: Stichopodidae) in Karimunjawa waters. *Journal of Coastal Development*, 15(3), 315-323.
- Sulardiono, B. & Muskananfolo, M.R. (2019).** Growth and stock analysis of *Stichopus quadrifasciatus* (Echinoderm: Holothurians) in Karimunjawa waters, Central Java Province, Indonesia. *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 14(1), 53-62.
- Tahera, Q. & Tirmizi, N.M. (1995).** A new record of *Holothuria (Thymiosycia) arenicola* Semper, 1868 (Echinodermata: Holothuroidea) from Pakistan. *Raffles Bulletin of Zoology*, 43, 217-220.
- von Bertalanffy, L. (1938).** A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws II). *Human Biology*, 10, 181-213.
- WoRMS. (2020).** World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2020-05-13. <https://doi.org/10.14284/170>



## Akuakültür İçin Yeni Bir Tür: Sargoz Balığı (*Diplodus sargus*)

Sevim HAMZAÇEBİ

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü. Havaalanı Şosesi Cd., 35620 Aosb, Balatçık Kampüsü, Balatçık, Çiğli / İzmir, Türkiye.

Geliş/Received: 14.08.2020

Kabul/Accepted: 03.09.2020

Atıf yapmak için: Hamzaçebi, S. (2020). Akuakültür İçin Yeni Bir Tür: Sargoz Balığı (*Diplodus sargus*). *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(3), 390-396.  
How to cite: Hamzaçebi, S. (2020). A New Species For Aquaculture: White Seabream (*Diplodus sargus*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 390-396.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0002-2179-1900>

**\*Sorumlu yazarın:**

Sevim HAMZAÇEBİ

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü. Havaalanı Şosesi Cd., 35620 Aosb, Balatçık Kampüsü, Balatçık, Çiğli / İzmir, Türkiye.

✉: [sevim.hamzacebi@ikc.edu.tr](mailto:sevim.hamzacebi@ikc.edu.tr)

Cep telefonu : +90 (553) 080 15 83

Telefon : +90 (232) 329 35 35/4212

Faks : +90 (232) 325 05 35

**Öz:** Sargoz balığı (*Diplodus sargus*) Akdeniz'de ticari değeri olan ve kontrollü şartlar altında yetiştiriciliği yapılabilecek deniz balığı türlerinden biridir. Bu çalışmada, sargoz balığı damızlıklarından döllenmiş yumurta, larva, yavru elde ederek türün kuluçkahane performansının araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada 8 adet dişi, 5 adet erkek damızlık balık kullanılmıştır. Örneklenen 1 g yumurta örneğinde 1248±13,47 adet yumurta olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen 946,19±33,85 µm çapındaki yumurtaların 209,35±11,65 µm çapında tek yağ damlasına sahip oldukları gözlenmiştir. Yumurtaların 21,5±0,5°C'de %38 tuzlulukta 40. saatte açılmaya başladığı, açılma oranının ise %93,33±1,15, olduğu saptanmıştır. Ön beslemede yeşil su tekniği kullanılmıştır. Prelarvaların 5. günde %100 oranında yem almaya başladıkları tespit edilmiştir. Larvalar hava kesesi oluşumuna 6. günde başlamışlardır. Larvaların boyları ve ağırlıkları sırasıyla 55. günde 25,7±2,49 mm ve 255,8±6,6 mg olarak ölçülmüştür. Yaşama oranı %81,33±0,57 SGR oranı ise %10,79±0,12 olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Akuakültür, *Diplodus sargus*, kuluçkahane performansı, larva, sargoz balığı.

## A New Species For Aquaculture: White Seabream (*Diplodus sargus*)

**Abstract:** White seabream (*Diplodus sargus*) is one of the marine species that have commercial value in the Mediterranean, and can be reared under controlled conditions. In this study, it was aimed to investigate the hatchery performance of the species by obtaining fertilized eggs, larvae and juvenile from white seabream breeders. In the study, 8 female and 5 male broodstocks were used. It was determined that there were 1248 ± 13.47 eggs in 1 g egg sample. It was observed that the eggs obtained with a diameter of 946.19 ± 33.85 µm had a single oil drop with a diameter of 209.35 ± 11.65 µm. It was appointed that the eggs started to hatch at 21.5 ± 0.5°C at 38‰ salinity at the 40th hour, and the hatching rate was 93.33±1.15%. Green water technique was used in pre-feeding. It was assigned that prelarvae started taking feed 100% at 5 (day after hatching) DAH. Larvae started to formation of the swim bladder at 6 DAH. Larvae length and weight were measured as 25.7 ± 2.49 mm and 255.8 ± 6.6 mg respectively at 55 DAH. The survival rate was determined as 81.33 ± 0.57% and the rate of SGR as 10.79 ± 0.12%.

**Keywords:** Aquaculture, *Diplodus sargus*, hatchery performance, larvae, white seabream.

## GİRİŞ

Akdeniz Bölgesi deniz balığı yetiştiricilik sektörü çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) üzerine yoğunlaşmış durumdadır. Sargoz balığı (*Diplodus sargus*) Akdeniz Bölgesi'nde doğal olarak bulunan, ticari değeri olan deniz balıklarından ve yetiştiriciliği yapılabilecek yeni türlerden biridir (Barazi-Yeroulanos,

2010; Dikel vd., 2002; Guerreiro vd., 2010; Santos vd., 2006; Serpa vd., 2013; Silva vd., 2011). Bu tür son yıllarda doğadan daha az avlandığından (FAO, 2004), hem yetiştirilecek tür çeşitliliğini arttırmak, hem de doğal stokları desteklemek amacıyla yetiştiriciliği yapılabilir türler arasında değerlendirilmektedir (Santos vd., 2006).

Sargoz balığı hem ekolojik hem de ekonomik açıdan önemli bir tür olup Akdeniz’de sublittoral kayalık alanlarda dağılım göstermektedir (Ayyıldız & Altın, 2020; Sala vd., 2012). Bu türün yetiştiriciliği üzerine yapılan çalışmalarda anaç balıklar başarılı bir şekilde yumurtlatılmış ve elde edilen yavrular 1 yaşına kadar büyütülmüştür (Abellan vd., 1996). Anaçlardan döllenmiş yumurta elde edilmesi, yumurtaların açılımı, larval ve postlarval aşamaları üzerine çalışmalar yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Abecasis vd., 2013; Cuadros vd., 2018; Papandroulakis vd., 2004). Bir yaşından sonra yavaş büyümesi nedeniyle birçok balık çiftliği ticari olarak bu türün yetiştiriciliğini bırakmıştır (Karakatsouli vd., 2007; Papoutsoglou vd., 2006). Bazı araştırmacılar yavaş büyümesini agresyon ile ilişkilendirmektedir (Karakatsouli vd., 2007). Bu yavaş büyüme başka faktörlere de bağlıdır. Stok yoğunluğunun stres ile ilgili kimyasal bir bağlantı oluşturduğu düşünülmektedir (Goncalves vd., 2012; Olivotto vd., 2002).

Cinsel olgunlaşma 17-21 cm boyda yaklaşık iki veya üç yaşlarında iken oluşmaktadır (Mouine vd., 2012). Üreme mart ayından haziran ayına kadar devam etmekte olup, yumurtlama 15-17°C sıcaklıklarda gerçekleşmektedir (Ayyıldız & Altın, 2020; Mouine vd., 2012). Yavaş büyümesi ve agresif karakterinden dolayı yoğun yetiştiriciliğe uygun olmadığı düşünülse de yetiştiricilik koşullarının (su kalitesi, besin ihtiyacı, yetiştiricilik yoğunluğu ve yetiştiricilik teknikleri gibi) derinlemesine araştırılmadığı düşünülmektedir (Bodington, 2000; Kentouri vd., 1995). Sürdürülebilirlik ve üreticiler açısından pazardaki doygunluk nedeniyle tür çeşitliliği iyi bir strateji olarak değerlendirilebilir. Ticari değeri yüksek olan türler arasında görülen sargoz balığının başarılı bir şekilde yetiştirilebilirliği belirtilmektedir (Papoutsoglou vd., 2006).

Ülkemizde ticari değeri yüksek olan sargoz balığının yetiştiriciliği üzerine yayınlanmış herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu çalışmada anaç balıklardan yumurta elde edilerek inkübe edilmiş ve 55. güne kadar larvalar takip edilerek, büyüme performansı ve yaşama oranları belirlenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

**Damızlık Bakımı ve Yumurta temini:** Bu çalışma 2013 yılının Mayıs ayında Olivka Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.’de iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Balıkçılar tarafından denizden yakalanarak işletmenin kuluçkahanesinde bakıma alınan balıklar damızlık olarak kullanılmıştır. Damızlıklar 13 m<sup>3</sup>’lük iç çeperi siyah, tabanı gri renkli silindirik konik tankta 13 balık 0,72 kg m<sup>3</sup> olarak stoklanmıştır. Kannül vasıtasıyla cinsiyetleri tespit edilen 8 adet dişi damızlığın ağırlığı 650-850 g, 5 adet

erkek damızlığın ağırlığı ise 550-800 g arasında tespit edilmiştir. Damızlıklar yumurta kalitesini arttırmak amacıyla yumurtlama döneminden birkaç ay önce sübye- (*Sepia officinalis*), karides- (*Palaemon elegans*), hamsi- (*Engraulis encrasicolus*) ve sardalya- (*Sardina pilchardus*) ile beslenmişlerdir. Besleme her gün doyuncaya kadar yapılmıştır. Mayıs ayının ortalarında anaçlar 21-22°C’de doğal yolla yumurtlamaya başlamışlardır. Damızlık tankından gelen yumurtalar 500 µm göz açıklığında plankton bezi takılmış 100 litre hacme sahip kollektörde toplanmıştır. Yumurta, yağ damlası ve larvaların 30. güne kadar olan ölçümleri Olympus CX22 marka mikroskop ile gerçekleştirilmiştir. Kollektörden alınan canlı yumurtalar 250 L hacme sahip iki adet siyah renkli silindirik konik inkübatöre 0,8 g/L olacak şekilde ekilmiştir. Yumurtalar açılmaya kadar 20,5-21,5°C’de %38 tuzlulukta karanlıkta tutulmuşlardır. İnkübatörlere 40 mL/dk havalandırma ve %80 tank/saat civarında su değişimi sağlanmıştır. Damızlık ve inkübasyon aşaması kapalı devre yetiştiricilik olarak gerçekleştirilmiştir. Volümetrik yöntem ile (Freddi, 1985) yumurtaların açılım oranları hesaplanmıştır.

**Larval Aşama:** İnkübasyon aşamasından sonra yumurtadan çıkan prelarvalar 13 m<sup>3</sup> hacmindeki iç çeperleri siyah, tabanı gri renkli 2 adet silindirik konik polyester tanka eşit olacak şekilde (15-20 adet/L) aktarılmıştır. Tanklara gelen su önce 10 µm süzme kapasitesine sahip filtreden geçtikten sonra UV lamba ve biyolojik filtreden geçirilmiştir. Bu aşamadaki yetiştirme kapalı devre sistem olarak gerçekleştirilmiştir. Tanklardaki su debisi başlangıçta 4,8 L/dak., 9. günde 7,2 L/dak., 14. günde 9,6 L/dak., 20. günde 12 L/dak., 25. günde 15 L/dak., 28. günde 18 L/dak., 37. günde ise 24 L/dak. olarak ayarlanmıştır. Prelarvanın besin kesesi tüketimi yakından takip edilmiştir. Ağız açılımının gerçekleştiği 5. güne kadar prelarvalar karanlık ortamda tutulmuşlardır. Yeşil su tekniği uygulanarak yapılan yetiştiricilikte tankların her tarafına eşit şekilde hareket sağlaması amacıyla biri ortada olmak üzere 4 adet hava taşı yerleştirilmiştir. Beslemenin başlamasıyla birlikte larva tanklarına alg olarak günde iki defa 3-5x10<sup>5</sup> hücre/mL yoğunluğunda *Nannochloropsis oculata* verilmiştir. Alg ile beslemenin devam ettiği 21. günden itibaren de *Nannochloropsis oculata* ya ilave olarak yarı yarıya 2x10<sup>4</sup> hücre/mL yoğunluğunda *Tetraselmis suecica* eklenmiştir. Beslemenin ilk günü alg ile birlikte tanklara Protein Selco ile zenginleştirilmiş “S” (Small) Tip rotifer (*Brachionus plicatilis*) 8-10 adet/ml olarak verilmiştir. Beşinci gün larvalar mikroskopta incelendiğinde %90-100 oranında beslendiği tespit edilmiştir. Larvalara 9. gününde S tipi ve L tipi rotifer birlikte verilmeye başlanmış, 17. günde sadece L tipi rotiferle devam edilip 29. günde ise rotifer tamamen kesilmiştir. Larvanın 18. gününde 11-13 adet/mL AF tipi Artemi (INVE ) ile beslemeye devam edilmiştir.



Beslemenin 23. gününde AF Artemia 36 saat büyütülüp zenginleştirilerek (Super Selco-INVE) verilmeye başlanmıştır. 35. günden 42. güne kadar EG Artemia 24 saat, 55. güne kadar ise sırasıyla 48 ve 72 saat zenginleştirilerek beslemeye devam edilmiştir. 34. günde larvalara 150–300 µm boyutta Proton 2 yem (Ham protein %54, ham yağ %15, DHA/EPA 2.0- INVE ) verilmeye başlanmış, bu yemle besleme 55. güne kadar sürmüştür. Larvalar 6. gününde hava keselerini şişirmeye başlamışlardır. Bu aşamadan önce tankın tuzluluğu %38'den yavaş yavaş %27'lere kadar düşürülmüştür. Tankların yüzeyine 4'er adet hava süpürgesi yerleştirilerek yüzey temizliği yapılmıştır. Hava kesesinin şişmesi 2 gün sürmüştür. Hava keselerini şişirdikten sonra tankların tuzluluğu yavaş yavaş tekrar %38'e çıkarılmıştır. Beslemenin başladığı gün ışık şiddeti 0-80 lüks arasında ayarlanmıştır. 8. günde 80-150 lüks, 10. günde 150-350 lüks, 12. günde 450-550 lüks, 14. günde 450-550 lüks olup 30. günde ise gece-gündüz periyoduna geçmiştir. Larvaların 25. gününde ilk taban sifonu yapılmış bir miktar ölü tespit edilmiştir. Larvaların dönem boyunca su sıcaklığı 20-22°C arasında değişmiştir. Bu aşamada larvalar sıçrama hareketi gösterdiği için tankların kenarları tül örtüyle 30 cm kadar yükseltilerek dışarıya atlamaları önlenmiştir. Larvalar 40. gününde 2,5x1,5x1,60 m ebatlarında 2 adet iç çeperleri siyah tabanlı ve gri renkli tanklara (ağla toplanarak) aktarılmıştır. 55. güne kadar bu tanklarda tutularak bakımları yapılmıştır. Bu aşamada sıçrama hareketlerine devam ettikleri için tankların su seviyesi düşürülerek dışarıya atlamaları önlenmiştir. Larva tanklarındaki sayıya göre hesaplandığında bu tanklardaki larva yoğunluğu 4-5 adet/L olarak belirlenmiştir. Larvalar 55. günde 2,6 mm göz açıklığına sahip boylama aleti ile boylanmışlardır. Ellinci günden itibaren ölüm oranı azalmaya başlamıştır. Tank başına yaklaşık 5-10 adet ölü alınmıştır. Bu aşamada doğal fotoperiyot (16 saat aydınlık, 8 saat karanlık) uygulanmıştır. Tankların sıcaklığı 22-24°C arasında değişmiş ve açık sisteme geçilmiştir. Larvaların yumurtadan çıktığı andan 55. gününe kadar her gün ölçümleri yapılmıştır. İlk günlerde boy ölçümlerine ile birlikte vitellus büyüklüğü, ölçülürken bu ölçüme ilave olarak 5. günden itibaren de ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler her tanktan 20'şer adet larva alınarak gerçekleştirilmiştir. 30. Güne kadar boy ölçümleri mikroskopta yapılırken daha sonraki günlerde ölçümler milimetrik cetvel aracılığı ile gerçekleştirilmiştir.

Denemenin sonucunda, balıkların % yaşama oranı ve spesifik büyüme oranı (SGR) hesaplanmıştır (Jensen, 1985).

Spesifik Büyüme Oranı (SGR, % gün<sup>-1</sup>) =  $100 \times (\ln \text{ son ağırlık} - \ln \text{ ilk ağırlık}) / \text{Deneme günü}$

Yaşama oranı (%) =  $100 \times (\text{Son balık sayısı} / \text{başlangıç balık sayısı})$

**İstatistiksel Analizler:** Sonuçlar ortalama  $\pm$  SD olarak verilmiştir (Microsoft Excel 2010). Verilerin varyans homojenliği Levene'nin t testi kullanılarak test edilmiştir.

## BULGULAR, TARTIŞMA VE SONUÇ

**Damızlık ve Yumurta:** Üreme döneminde dişi damızlıkların ağırlığı 753,63 $\pm$ 71,05 g, erkek damızlıkların ağırlığı ise 700 $\pm$ 81,66 g olarak saptanmıştır (Şekil 1). Çalışmada kullanılan damızlık balıkların ağırlığı diğer araştırmacıların kullandığı damızlık balıkların ağırlıkları ile benzerlik göstermiştir (Silva vd., 2011). Damızlık balıkların tank sıcaklığı 21 $\pm$ 0,5°C olarak ölçülmüştür. Başka bir çalışmada ise sıcaklık değeri 18 $\pm$ 1°C olarak belirtilmiştir (Guerreiro vd., 2010).



**Şekil 1.** Ağırlık ölçümleri yapılan sargoz balığı damızlıkları  
**Figure 1.** Weight measurements made white seabream broodstocks

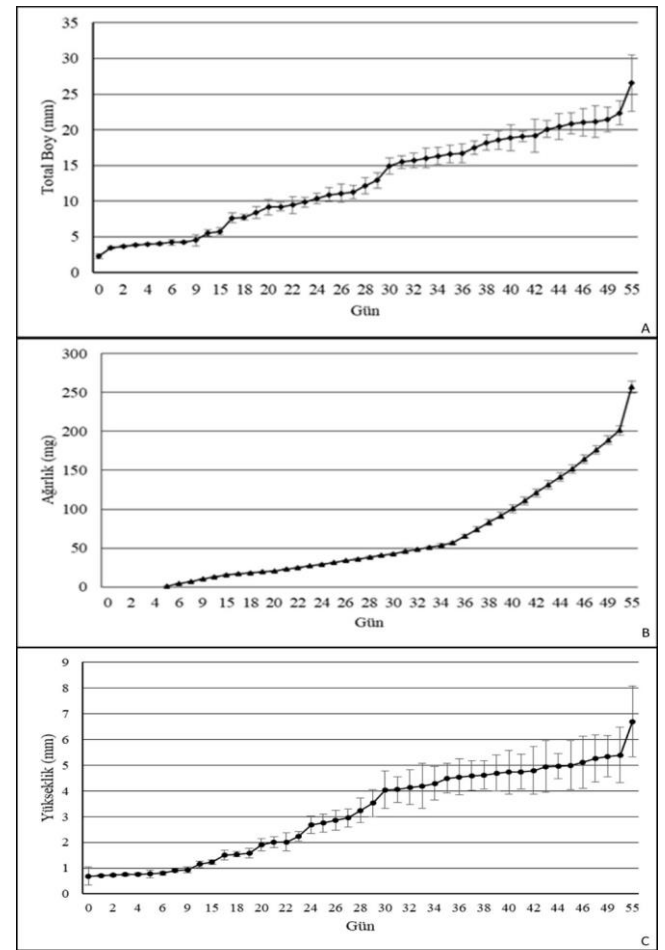
Anaçlardan yaklaşık 425 gr canlı, 95 g ölü yumurta alınmıştır. Yumurtaların çapı 946,19 $\pm$ 33,85 µm, yağ damlasının çapı ise 209,35 $\pm$ 11,65 µm olarak ölçülmüştür. 1 g'da 1248 $\pm$ 13,47 adet yumurta olduğu tespit edilmiştir. Her inkübasyona 200 g (0,8 g/L) yumurta ekilmiştir. Silva vd., (2011) inkübatörlere 1 g/L oranında yumurta ettiklerini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada, yumurtalar 21,5 $\pm$ 0,5°C'de 40. saatte açılmaya başlamıştır. İnkübatörlerdeki yumurtaların açılım oranı %93,33 $\pm$ 1,15 olarak tespit edilmiştir. Başka araştırmacıların çalışmalarında açılım oranı %80 olarak belirtilmiştir (Abellan vd., 1996).

**Larval Gelişim:** İnkübasyon ünitesinde yumurtadan çıkan prelarvalar 13 m<sup>3</sup> hacmindeki iki adet larva tankına litreye 17 adet birey olacak şekilde stoklanmışlardır. Bu oran diğer araştırmacıların larva sayısından daha düşüktür. Guerreiro vd., (2010) ve Silva vd., (2011), larva yoğunluğunu 80 larva/L, Saavedra vd., (2006) ise 100 larva/L olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmada, yumurtadan çıktıklarında prelarvaların total boyu 2,33 $\pm$ 0,24 mm, vücut yüksekliği 0,81 $\pm$ 0,07 mm, vitellüs boyu 0,93 $\pm$ 0,10 mm, vitellüs eni 0,67 $\pm$ 0,08 mm, yağ damlasının çapı ise 0,24 $\pm$ 0,02 mm olarak ölçülmüştür.

Diğer araştırmacıların çalışmalarında beslenmeye başlayan larvanın boyu ise  $3,26 \pm 0,20$  mm olarak bildirilmiştir (Saavedra vd., 2006). 5. günde beslenmeye başlayan larvanın boyu  $3,99 \pm 0,12$  mm ağırlığı ise  $1,18 \pm 0,05$  mg olarak tespit edilmiştir. Otuzuncu gününde larvanın boyu  $14,8 \pm 0,13$  mm, vücut yüksekliği  $4,2 \pm 0,74$  mm, ağırlığı ise  $43 \pm 1,5$  mg olarak ölçülmüştür. Sargoz balıklarının larval aşamada büyüme performanslarının oldukça iyi olduğu önceki çalışmalarda ifade edilmektedir (Conceição vd., 1998a). Beslemenin başladığı 5. günde yapılan mikroskopik incelemede her iki tanktaki larvaların %100 yem aldıkları, 7. günde ise hava keselerini %100 olarak şişirdikleri tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada ise %99 oranında hava kesesi şişmesi tespit edilmiştir (Papandroulakis vd., 2004). Guerreiro vd., (2010) larval aşamanın ilk 7 gününde yüksek oranda ölüm yaşadıklarını bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada ise çok az oranda ölüm gözlenmiştir. Bunun da sebebinin düşük stok yoğunluğu ve yeşil su tekniği olduğu düşünülmektedir. Larval aşamada ilk gün uygulanan ışık şiddeti 0-80 lüks iken Silva vd., (2011), 700 lüks aydınlatma uyguladıklarını belirtmişlerdir. Kapalı sistem aşamasında larva tanklarının sıcaklığı  $21,19 \pm 0,8^\circ\text{C}$ , çözülmüş oksijen değeri  $6,1 \pm 1,13$  mg/L, pH değeri  $8,14 \pm 1,12$ , amonyum ve nitrit değerleri ise  $0,01$  mg  $\text{l}^{-1}$ 'nin altında ölçülmüştür. Diğer araştırmaların larval aşamada uyguladıkları sıcaklık  $19,1 \pm 0,7^\circ\text{C}$  olarak bildirilmiştir (Papandroulakis vd., 2004; Silva vd., 2011). Abellan vd., (1996) bu değeri  $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$  olarak belirtmiştir. Larvalar 40. günlerinde 40 ton hacminde 2 adet tanka ağlarla alınarak aktarmıştır. Stok yoğunluğunu  $2,4-5,6$   $\text{kg}/\text{m}^3$  oranında tutmanın  $1,6$   $\text{kg}/\text{m}^3$  stok yoğunluğuna göre büyümede negatif etkisinin olduğu bildirilmiştir (Olivotto vd., 2002). Mevcut çalışmanın bu döneminde larvalarda agresif hareketler görülmüştür. Yavru balıklar 55. günlerinde 2,6 mm göz açıklığına sahip boylama kasası ile boylanmış daha sonraki günlerde ise sayılmışlardır (Şekil 3). Çalışmanın sonucunda toplamda 352000 adet sargoz balığı üretildiği tespit edilmiştir. Yaşama oranı ise prelarval aşamadan itibaren  $82,33 \pm 0,57$  olarak saptanmıştır. Bu aşamada tankların su sıcaklıkları  $22,14 \pm 0,7^\circ\text{C}$ , oksijen değerleri  $5,9 \pm 1,24$  mg/L, pH değerleri ise  $8,05 \pm 2,16$  olarak ölçülmüştür. Papandroulakis vd., (2004) 60 günün sonunda sargoz larvalarında yaşama oranını %54 olarak belirtmişlerdir. 55. günde balıkların boylarının  $25,7 \pm 2,49$  mm, vücut yüksekliklerinin  $6,6 \pm 1,8$  mm, ağırlığının ise  $255,8 \pm 6,6$  mg olduğu saptanmıştır (Tablo 1). SGR oranı ise  $10,79 \pm 0,12$  olarak tespit edilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada 60 günün sonunda sargoz larvalarının boyu  $32,7 \pm 2,7$  mm, ağırlığı ise  $450 \pm 70$  mg olarak ifade edilmiştir (Papandroulakis vd., 2004). Bu çalışmada sargoz balıkları diğer türlerin (kırma mercan, *Pagellus erythrinus*- sinarit, *Dentex dentex*- fangri, *Pagrus*

*pagrus*- sivriburun karagöz, *Diplodus puntazzo*) larvalarında olduğu gibi (Cahu & Zambonino-Infante, 1994; Gisbert vd., 2009; Suzer vd., 2006; Suzer vd., 2007 a,b) yüksek bir büyüme performansı göstermiştir. Cara vd., (2003) sargoz balığı larvalarında 3. günden 20. güne göre 21 kat büyüme gözlemlerken, Guerreiro vd., (2010) ise 20. günde bu oranı 16 kat büyüme olarak ifade etmiştir. Abellan vd., (1996), Dorés vd., (2000) larval aşamada sargoz balığının çipura ve sivriburun karagöze göre daha hızlı büyüdüğünü ve yaşama oranının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Juvenil aşamada ise büyümede yavaşlama görülmüştür (Cejas vd., 2003). Bu çalışmada ise yaşama oranı daha önce yapılan çalışmalardan yüksek çıkmış, 55. güne kadar büyümede yavaşlama tespit edilmemiştir (Tablo 1).



**Şekil 2.** Sargoz balığı larvalarında boyca büyüme (A). Larval aşama boyunca sargoz balığında ağırlıkça büyüme (B). Sargoz balığı larvalarının vücut yükseklik değerleri (C).  
**Figure 2.** Growth in total length of white seabream larvae (A). Growth in weight of white seabream larvae (B). Growth in body height of white seabream larvae (C).

Guerreiro vd., (2010) 48. günde larvanın ağırlığını 9,5 mg olarak belirtmişlerdir. Tank rengi üzerine yapılan çalışmada sargoz balıkları 87 gün boyunca beyaz, açık mavi ve siyah renkli tanklarda tutulmuşlar. Beyaz ve açık mavi renkli tanklarda balıkların büyüme, yem tüketimi

açısından daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (Karakatsouli vd., 2007). Mevcut çalışmada iç çeperleri siyah, tabanı gri renkli tanklar kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Sargoz balığı (*Diplodus sargus*) larva gruplarında tespit edilen büyüme performansı değerleri

**Table 1.** Growth performance values determined in white seabream (*Diplodus sargus*) larvae groups

İnkübatörlerdeki toplam yumurta miktarı g	400
Yumurtaların açılım oranları %	93,33±1,15
Tanklardaki başlangıç toplam prelarva sayısı	429070
Sıcaklık (°C 55 gün süresince)	22,16±0,6
Oksijen (mg/L, 55 gün süresince)	6,3±2,12
pH (55 gün süresince)	7,75±1,18
5. günde total boy (mm)	3,95±0,21
5. günde ağırlık (mg)	1,16±0,05
55. günde total boy (mm)	25,7±2,49
55. günde ağırlık (mg)	255,8±6,6
SGR (% gün <sup>-1</sup> )	10,79±0,12
Yaşama oranı (%)	82,33±0,57
Sonuç yavru balık adedi	352000

Değerler ortalama ± S.D. şeklindedir.  
Values are mean ± S.D.



**Şekil 3.** Sargoz balığı yavrularının sayım aşaması  
**Figure 3.** The counting phase of the juvenile white seabream.

Yapılan araştırmalar sonucunda bu türün 1 yaşına kadar başarılı bir şekilde yetiştirilebildiği daha sonrasında büyümesinde yavaşlama görüldüğü bildirilmiştir (Abellan vd., 1996; D'Anna vd., 2004; Mazzola vd., 1985). Sargoz balığının çipuraya göre yavaş büyümesinin nedeni, daha yüksek bir enerjiye ihtiyaç duyması ve dolayısıyla yem içeriğinin etkinliği olduğu düşünülmektedir. Bu balıklar çipura için optimize edilmiş rasyonlarla beslendiğinden, sargoz yemlerinde yapılan bir iyileşmenin sadece üretimini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda atık miktarını azaltarak su ürünleri yetiştiriciliğinin çevresel etkilerini de en aza indirilebileceği belirtilmiştir (Serpa vd., 2013). Sargoz balığının kafes ortamında yavaş büyüme göstermesiyle birlikte, henüz bu türün besinsel ihtiyaçlarının derinlemesine araştırılmadığı ifade edilmiştir (Caballero & Castro-Hdez, 2003; Karakatsouli vd., 2007).

Sargoz balığı anaçlarından yumurta elde edilebilmesi, prelarval ve larval aşamada yaşama oranının yüksek olması, yüksek oranda hava kesesini şişirmesi, toz yeme kolay adapte olabilmesi, yeşil su tekniği ile kapalı

devre yetiştiricilikte ölüm oranının düşük olması gibi özellikler bu türün yetiştirilebilirliğini desteklemektedir. Agresif davranış sergilemesi yetiştiricilik sürecinde bir darboğaz olarak görülse de bu türe özgü yem ile beslemeye ilaveten çevresel şartların stabilitesinin sağlanması yaşama oranını yükseltebilecektir. Ticari öneme sahip olan sargoz balığının kontrollü şartlar altında larval yetiştiriciliğinin başarılı bir şekilde yapılabilirliği sonuç ve kanaatine varılmıştır. Kuluçkahane aşamasında, yetiştiriciliği yapılan çipura balığına göre daha kolay üretilebilen, daha hızlı büyüeyebilen ve daha yüksek yaşama oranına sahip bir tür olduğu tespit edilmiştir. İlaveten, bu aşamada agresyon sorunu aşıldığı takdirde çok daha verimli sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmamda desteğini ve teknik bilgisini esirgemeyen Üretim Müdürü Bülent Hamzaçebi'ye ve her türlü olanağı sağlayan Olivka Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Milas, Muğla, TÜRKİYE) yönetici ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

## KAYNAKLAR

- Abecasis, D., Bentes, L., Lino, P.G., Santos, M.N. & Erzini, K. (2013).** Residency, movements and habitat use of adult white seabream (*Diplodus sargus*) between natural and artificial reefs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **118**, 80-85. DOI: 10.1016/j.ecss.2012.12.014
- Abellan, E., García-Alcazar, A., Ortega, A., García-Alcazar, S. & Martín, P. (1996).** Culture of new species of Mediterranean sparids: experiences on pre-growout of white sea bream (*Diplodus sargus sargus*, Linnaeus, 1758) and sharpnose sea bream (*Diplodus puntazzo*, Cetti, 1777). *Oceanographic Literature Review*, **9**(43), 932.
- Ayyıldız, H. & Altın, A. (2020).** Hatching time and early growth of *Diplodus sargus sargus* inhabiting a coastal area of Gökçeada Island, Turkey. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, **36**, 1-8. DOI: 10.1007/s41208-019-00185-9
- Barazi-Yeroulanos, L. (2010).** Regional synthesis of the Mediterranean marine finfish aquaculture sector and development of a strategy for marketing and promotion of Mediterranean aquaculture. *GFCM Studies and Reviews*, No. 88. FAO, Rome, 218p.
- Bodington, Ph. (2000).** Enterprise experiences in the culture of new sparids. *Cahiers Options Mediterranennes*, **47**,135-139.

- Caballero C. & Castro-Hdez J.J. (2003).** Effect of competitor density on the aggressiveness of juvenile white seabream (*Diplodus sargus*). *Aggressive Behavior*, **29**, 279-284.
- Cara, J. B., Moyano, F.J., Cardenas, S., Fernandez-Diaz, C. & Yufera, M. (2003).** Assessment of digestive enzyme activities during larval development of white bream. *Journal of Fish Biology*, **63**(1), 48-58.
- Cahu, C. L. & Infante, J.Z. (1995).** Effect of the molecular form of dietary nitrogen supply in sea bass larvae: response of pancreatic enzymes and intestinal peptidases. *Fish Physiology and Biochemistry*, **14**(3), 209-214.
- Cejas, J.R., Almansa, E., Villamandos, J.E., Badía, P., Bolanos, A. & Lorenzo, A. (2003).** Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of white sea bream (*Diplodus sargus*). *Aquaculture*, **216**, 299-313.
- Conceição, L.E.C., Dersjant-Li, Y. & Verreth, J.A.J. (1998).** Cost of growth in larval and juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*) in relation to growth rate, food intake and oxygen consumption. *Aquaculture*, **161**(1-4), 95-106.
- Cuadros, A., Basterretxea, G., Cardona, L., Cheminée, A., Hidalgo, M. & Moranta, J. (2018).** Settlement and post-settlement survival rates of the white seabream (*Diplodus sargus*) in the western Mediterranean Sea. *PloS one*, **13**(1), e0190278. DOI: [10.1371/journal.pone.0190278](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190278)
- D'Anna, G., Giacalone, V.M., Badalamenti, F. & Pipitone, C. (2004).** Releasing of hatchery-reared juveniles of the white seabream *Diplodus sargus* (L., 1758) in the Gulf of Castellammare artificial reef area (NW Sicily). *Aquaculture*, **233**(1-4), 251-268. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2003.10.024](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.10.024)
- Dikel, S., Kiriş, G.A. & Alev, M.V. (2002).** Yumurtalık'ta Fiber Tank Koşullarında Karagöz (*Diplodus sargus* Linnaeus, 1758) Yetiştirme Olanaklarının İncelenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **19**, 419-423.
- Dores, E., Narciso, L., Morais, S. & Pousao-Ferreira, P. (2000).** Larviculture of the white sea bream (*Diplodus sargus*): a new approach. Aqua. Special Publication, vol. 28. *European Aquaculture Society*, Oostende, Belgium, 187p. Nice, France, 2-6 May 2000.
- FAO. (2004).** State of World Fisheries and Aquaculture 2004. FAO, Rome, 153pp.
- Freddi, A. (1985).** Sea Bass (*D.labrax*) and Gilthead Sea Bream (*S. aurata*) larval rearing. F. A. O. Project Regional Mediterranean de Development de L' aquaculture, 62 pp.
- Gisbert, E., Giménez, G., Fernandez, I., Kotzamanis, Y. & Estevez, A. (2009).** Development of digestive enzymes in common dentex *Dentex dentex* during early ontogeny. *Aquaculture*, **287**(3-4), 381-387. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2008.10.039](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.10.039)
- Goncalves, A.R., de Sousa, L.C. & Almada, V.C. (2012).** Dominance and growth of *Diplodus sargus* (Pisces: Sparidae) in small captive groups. *Applied Animal Behaviour Science*, **137**(1-2), 96-100. DOI: [10.1016/j.applanim.2012.01.006](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.01.006)
- Guerreiro, I., de Vareilles, M., Pousao-Ferreira, P., Rodrigues, V., Dinis, M. T. & Ribeiro, L. (2010).** Effect of age-at-weaning on digestive capacity of white seabream (*Diplodus sargus*). *Aquaculture*, **300**(1-4), 194-205. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2009.11.019](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.019)
- Jensen, J.W. (1985).** The potential growth of salmonids. *Aquaculture*, **48**, 223-231.
- Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S.E. & Manoleosos, G. (2007).** Combined effects of rearing density and tank colour on the growth and welfare of juvenile white seabream *Diplodus sargus* L. in a recirculating water system. *Aquaculture Research*, **38**, 1152-1160. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2007.01780.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01780.x)
- Kentouri, M., Papandroulakis, N. & Divanach, P. (1995).** Specific diversification in Greek finfish mariculture. Cahiers Options Mediterranennes (CIHEAM).
- Mazzola, A., Faranda, F., Cavaliere, A., Lo Paro, G. & Manganaro, A. (1985).** Due anni di esperienze sulla riproduzione in condizioni controllate di *Diplodus sargus* L.(Pisces Sparidae). *Atti del V.S. IT. E., S. IT. E*, **5**, 477-482.
- Mouine, N., Francour, P., Ktari, M.H. & Chakroun-Marzouk, N. (2012).** Reproductive biology of four *Diplodus* species *Diplodus vulgaris*, *D. annularis*, *D. sargus sargus* and *D. puntazzo* (Sparidae) in the Gulf of Tunis (central Mediterranean). Marine Biological Association of the United Kingdom. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **92**(3), 623. DOI: [10.1017/S0025315411000798](https://doi.org/10.1017/S0025315411000798)
- Olivotto, I., Mosconi, G., Maradonna, F., Cardinali, M. & Carnevali, O. (2002).** *Diplodus sargus* interrenal-pituitary response: chemical communication in stressed fish. *General and Comparative Endocrinology*, **127**(1), 66-70. DOI: [10.1016/S0016-6480\(02\)00024-2](https://doi.org/10.1016/S0016-6480(02)00024-2)
- Papandroulakis, N., Kentouri, M., Maingot, E. & Divanach, P. (2004).** Mesocosm: a reliable

- technology for larval rearing of *Diplodus puntazzo* and *Diplodus sargus sargus*. *Aquaculture International*, **12**(4-5), 345-355.
- Papoutsoglou, S.E., Karakatsouli, N., Pizzonia, G., Dalla, C., Polissidis, A. & Papadopoulou-Daifoti, Z. (2006).** Effects of rearing density on growth, brain neurotransmitters and liver fatty acid composition of juvenile white sea bream *Diplodus sargus* L. *Aquaculture Research*, **37**(1), 87-95. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2005.01401.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01401.x)
- Saavedra, M., Conceição, L.E.C., Pousao-Ferreira, P. & Dinis, M.T. (2006).** Amino acid profiles of *Diplodus sargus* (L., 1758) larvae: implications for feed formulation. *Aquaculture*, **261**(2), 587-593. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2006.08.016](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.08.016)
- Sala, E., Ballesteros, E., Dendrinis, P., Di Franco, A., Ferretti, F., Foley, D., Frascetti, S., Friedlander, A., Garrabou, J., Guclusoy, H., Guidetti, P., Halpern, B.S., Hereu, B., Karamanlidis, A.A., Kizilkaya, Z., Macpherson, E., Mangialajo, L., Mariani, S., Micheli, F., Pais, A., Riser, K., Rosenberg, A.A., Sales, M., Selkoe, K.A., Starr, R., Tomas, F. & Zabala, M. (2012).** The structure of mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. *PLoS One*, **7**(2):e32742.
- Santos, M.N., Lino, P.G., Pousao-Ferreira, P. & Monteiro, C.C. (2006).** Preliminary results of hatchery-reared seabreams released at artificial reefs off the Algarve coast (southern Portugal): a pilot study. *Bulletin of Marine Science*, **78**(1), 177-184.
- Serpa, D., Ferreira, P.P., Ferreira, H., da Fonseca, L. C., Dinis, M.T. & Duarte, P. (2013).** Modelling the growth of white seabream (*Diplodus sargus*) and gilthead seabream (*Sparus aurata*) in semi-intensive earth production ponds using the Dynamic Energy Budget approach. *Journal of Sea Research*, **76**, 135-145. DOI: [10.1016/j.seares.2012.08.003](https://doi.org/10.1016/j.seares.2012.08.003)
- Silva, T.S., Cordeiro, O., Richard, N., Conceição, L.E. & Rodrigues, P.M. (2011).** Changes in the soluble bone proteome of reared white seabream (*Diplodus sargus*) with skeletal deformities. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, **6**(1), 82-91. DOI: [10.1016/j.cbd.2010.03.008](https://doi.org/10.1016/j.cbd.2010.03.008)
- Suzer, C., Firat, K. & Saka, Ş. (2006).** Ontogenic development of the digestive enzymes in common pandora, *Pagellus erythrinus*, L. larvae. *Aquaculture Research*, **37**(15), 1565-1571. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2006.01598.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01598.x)
- Suzer, C., Aktülün, S., Çoban, D., Kamacı, H.O., Saka, Ş., Firat, K. & Albaz, A. (2007).** Digestive enzyme activities in larvae of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, **148**(2), 470-477. DOI: [10.1016/j.cbpa.2007.06.418](https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2007.06.418)
- Suzer, C., Kamacı, H.O., Coban, D., Saka, Ş., Firat, K., Özkara, B. & Özkara, A. (2007).** Digestive enzyme activity of the red porgy (*Pagrus pagrus*, L.) during larval development under culture conditions. *Aquaculture Research*, **38**(16), 1778-1785. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2007.01841.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01841.x)



## Fırtına Deresindeki Gökkuşluğu Alabalık Çiftliklerinde izole edilen *Aeromonas* spp. İzolatlarının Antimikrobiyel Hassasiyetin Belirlenmesi <sup>[\*]</sup>

Fikri BALTA

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı, Rize/Türkiye

Geliş/Received: 25.07.2020

Kabul/Accepted: 16.09.2020

Atıf yapmak için: Balta, F. (2020). Fırtına Deresindeki Gökkuşluğu Alabalık Çiftliklerinde izole edilen *Aeromonas* spp. İzolatlarının Antimikrobiyel Hassasiyetin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(3), 397-407.

How to cite: Balta, F. (2020). Determination of the Antimicrobial Susceptibilities of *Aeromonas* spp. Isolated from Rainbow Trout Farms on the Fırtına River. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 397-407.

<https://orcid.org/0000-0002-1823-5823>

**\*Sorumlu yazarın:**

Fikri BALTA  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Zihni Deri.n Yerleşkesi, Fener Mah. 53100 / Rize, Türkiye  
✉: [fikri.balta@erdogan.edu.tr](mailto:fikri.balta@erdogan.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (532) 427 64 89  
Telefon : +90 (464) 223 33 85 / 1436  
Faks : +90 (464) 223 41 18

**Öz:** Bu çalışmada, Fırtına deresi üzerinde kültürü yapılan gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerinde hastalıklı balıklarda *Aeromonas* spp.'nin varlığı araştırılmıştır. Tipik hastalık belirtileri gösteren balıkların dalak ve böbrek örneklerinden besiyerlerine ekimleri yapılmış ve 20±2°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bakteri izolatlarına hareket, katalaz, oksidaz ve OF besiyerinde oksidatif/fermentasyon testleri yapılmıştır. API 20NE test kiti kullanılarak şuşlar biyokimyasal olarak tanımlanmıştır. Motil *Aeromonas* spp. izolatlarının antimikrobiyellere karşı olan hassasiyetleri disk difüzyon yöntemine göre belirlenmiştir. En yüksek direnç ampicillin ve amoxicillin %100, sulfametoksazola %79.31, oksitetrasikline %62,07 olarak tespit edilmiştir. Daha düşük direncin sırasıyla, eritromisin %51.72, trimetoprim/sulfametoksazol %48.27, oksolinik asid %37.93, florfenikole %17.24 ve en az oranda bir kinolon olan enrofloksasine %10.34 karşı şekillendiği belirlenmiştir. Oksitetrasikline dirençli olduğu saptanan 20 izolatın 7'sinde *tetA* varlığı tespit edilmiştir. Sekiz izolatın sınıf 1 integron ve 16 izolatın ise sınıf 2 integron gen yapılarını taşıdığı tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Aeromonas* spp., integron gen yapıları, *tetA*, *tetB*, antimikrobiyal direnç.

## Determination of the Antimicrobial Susceptibilities of *Aeromonas* spp. Isolated from Rainbow Trout Farms on the Fırtına River

**Abstract:** In this study, the presence of *Aeromonas* spp. isolated from diseased rainbow trout in aquaculture on Fırtına River was investigated. Specimens from spleens and kidneys obtained from diseased fishes showing typical clinical signs were inoculated in media. The samples were incubated at 20±2 °C for 48 hours. Motility, catalase, oxidase and oxidative/fermentative tests were performed to the bacterial isolates. According to these test results, strains were biochemically identified by using API 20NE Kit. Antimicrobial susceptibilities of *Aeromonas* spp. isolates were tested by disk diffusion method. The highest resistance level to antimicrobials using in the treatment of bacterial fish diseases was detected against ampicillin and amoxicillin as 100%, sulfamethoxazole 79.31%, oxytetracycline as 62.07%. The lower resistance levels were to erythromycin, trimethoprim/sulfamethoxazole, oxolinic acid as 51.72%, 48.27%, and 37.93%, respectively. The lowest resistance level was determined to florfenicol and enrofloxacin as 17.24% and 10.34%. In PCR typing for 20 oxytetracycline-resistant strains, we detected seven strains had *tetA*. Eight strains were detected to harbor class 1 integron. Sixteen strains were detected to harbor class 2 integron.

**Keywords:** *Aeromonas* spp., integron gene structures, *tetA*, *tetB*, antimicrobial resistant.

**\*Corresponding author's:**

Fikri BALTA  
Recep Tayyip Erdoğan University, Fisheries Faculty, Department of Diseases. Fener Mah., Zihni Derin Campus, 53100 / Rize, Türkiye.  
✉: [fikri.balta@erdogan.edu.tr](mailto:fikri.balta@erdogan.edu.tr)  
Mobile telephone: +90 (532) 427 64 89  
Telephone : +90 (464) 223 33 85 / 1436  
Fax : +90 (464) 223 41 18

<sup>[\*]</sup> , Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi tarafından desteklenen 2008.103.02.1 numaralı projeden üretilmiştir.

This study was produced from the project numbered 2008.103.02.1 supported by the Scientific Research Unit of Recep Tayyip Erdoğan University.

## GİRİŞ

Gökkuşluğu alabalığı ülkemizde kültürü yapılan önemli bir tür olup iç su balıkları üretiminin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Ülkemizde 1970'li yıllarda yurtdışından yumurta getirilmesi ile başlayan gökkuşluğu alabalık üretimi, son yıllarda ülkemiz geneline yayılmış ve sayıları 1000'ni aşkın işletme ile devam etmektedir. Ülkemizde kültürü yapılan gökkuşluğu alabalık çiftliklerinde yavru ve porsiyonluk boydaki balıkların yoğun stoklaması, düşük su kalitesi (pH, amonyak, nitrit vs) ve su sıcaklığına bağlı ani değişimler nedeniyle balıklarda stres kaynaklı Motil *Aeromonas* enfeksiyonlarına sıklıkla rastlanılmaktadır. Motil *Aeromonas* enfeksiyonları balıkların yoğun stoklamasına ve suyun organik yükündeki artışa bağlı olarak %87,6'a varan yüksek miktardaki ölüm nedeni ile büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Toranzo vd., 1984; Lee vd., 2000).

*Aeromonas* türleri tatlı su balıklarında hemorajik septisemi ile seyreden enfeksiyonlara neden olduğu bildirilmiştir (Munro, 1982; Diker, 1999). Balıklarda fırsatçı patojen olarak enfeksiyona neden olan bu patojenler özellikle organik atıklarla kirlenmiş sularda bol miktarda ve ayrıca tuzlu sularda dahil olmak üzere her türlü su kaynaklarında bulunduğu bildirilmektedir (Southage, 1993; Diler & Altun, 1994).

Balıklardaki bakteriyel hastalık etkenlerinin balık sağlığı ve ülke ekonomisine olan etkileri değişmekle birlikte, bu etki erken müdahale edilmediği takdirde büyük ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Akut enfeksiyonlar, balıklarda yüksek oranda ölümlere neden olurken, kronik vakalarda düşük seviyede kayıplara yol açmakta, balıklarda istenmeyen dış semptomlar oluşturan enfeksiyonlar tüketici tarafından tercih edilmemesi ekonomik değerini düşürmektedir (Stoskopf, 1993). Balıklardaki bakteriyel enfeksiyonlara neden olan türler arasında *Aeromonas* cinsi bakterilerde bulunmaktadır. *Aeromonas* türleri, karakteristik olarak tatlı su bakterileri olup hareketli türleri *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae* ve *A. sobria* sucul hayvanların mikrobiyal florasının bileşenleri olmakla birlikte alabalık, koi, sazan gibi tatlı su balık türlerinde de hemorajik septisemiye neden oldukları rapor edilmiştir (Aoki, 1999; Noga, 1996). *Aeromonas* spp. Gram-negatif bir bakteri türü olup, hem tatlı suda hem de tuzlu suda yaygın olarak bulunmakta ve sağlıklı balıkların normal barsak mikroflorasının bir kısmını oluşturduğu bildirilmektedir. Dünya genelinde yaygın olan motil *Aeromonas* cinsi bakterilerin, daha çok tatlı sularda görülmekle birlikte acı sularda, lağım sularında, denizde ve klorlanmış içme sularında bulunduğu bildirilmiştir. Sucul ortamın doğal unsurlarından olan *Aeromonas*'lar, amfibilerde (kurbağalarda), reptillerde (sürüngenlerde), kuşlarda, balıklarda, yumuşakçalarda ve insanlarda akut, subakut, kronik veya latent olarak enfeksiyonlara neden olduğu ve

hastalık etkenleri saf olarak izole edildiği çeşitli kaynaklarda rapor edilmiştir (Austin & Austin, 1993; Bremer vd., 2003; Mcnicol vd., 1980; Rahim vd., 1984; Saavedra vd., 2004). Özellikle, *A. hydrophila* kahverengi alabalık, chinook salmonlarda, gökkuşluğu alabalığı, ayu balığı, sazan, yayın balığı, yılan balığı, goldfish ve tilapia gibi doğal balıklarda ve kültürü yapılan balıklarda hemorajik septisemiye neden olduğu bildirilmiştir (Egusa, 1978; Schaperclaus vd., 1992; Yavuzcan Yıldız vd., 2005).

Bu çalışma kapsamında gökkuşluğu alabalık çiftliklerinden *Aeromonas* spp.'lerin varlığı ortaya konulmuştur. İzole edilen izolatların API 20E test kitleri ile birlikte bazı tamamlayıcı biyokimyasal test sonuçları ile tür ayrımı yapılmıştır. Edilen izolatlar karşı tedavi amaçlı kullanılan antimikrobiklere karşı hassasiyet testleri yapılmıştır. Ayrıca, izolatların PZR ile integron taşıyan R-plazmidlerinde bulunan tetrasiklin direnç genleri (*tetA* ve *tetB*) ve *Class I ve II* integronların varlığı da araştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### *Hasta Balıkların örnekleme ve Muayenesi:*

Çalışmada 2008-2010 yılları arasında Fırtına deresi ve kolları üzerinde bulunan 15 farklı gökkuşluğu alabalık çiftliğinden örnekleme yapılmıştır. İşletmelerde 0,5-2gr'dan porsiyonluk(200-250 gr) boya kadar hastalıklı balıklardan örnekleme yapılmıştır. Balık örnekleri mevsimsel periyotlar halinde 15 gün aralıklarla ayda iki kez olarak alınmıştır. Fakat kış aylarında bazen hava şartlarına bağlı olarak ayda tek örnekleme yapılmıştır.

Denizle bağlantılı olan bazı balık çiftliklerine Haziran ayında deniz suyunun ısınması nedeniyle Karadeniz'deki yüzer ağ kafeslerde bulunan balıkların tatlı suya nakledildiği gözlenmiştir. Tatlı suya taşıma ve adaptasyona bağlı meydana gelen strese bağlı olarak renkte kararırma, deride ülser, gözlerde kanama ve exophthalmus, solungaç kapaklarında ve deri üzerindeki yaygın hemorajilerin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Hastalığa ait semptomların Motil *Aeromonas* spp. veya *Vibrio* spp. enfeksiyonu belirtileri ile benzerlik göstermesi nedeniyle hastalığın *Aeromonas* veya *Vibrio* enfeksiyonu olabileceği göz önüne alınarak balıkların böbrek, dalak ve derideki ülserli bölgeden uygun besi yerlerine ekimler yapılmıştır.

**Hastalık Etkeninin İzolasyonu:** Hastalıktan ölen balıklarda görülen semptomlara benzer tipik hastalık semptomları gösteren balıklardan uygun besi yerlerine ekimler yapılmıştır. Hastalıklı balıkların özellikle böbrek, dalak, derideki veya kuyruk sapındaki ülserli lezyonlarından Anacker Ordal Agar (AOA) ve Broth (AOB), Tryptone Soy Agara (TSA) ve Broth (TSB), Brain Heart Infusion Agar (BHIA) ve Broth (BHIB), ayrıca Shotts ve Rimler tarafından bildirilen Differensial Rimer-Shotts Agara (RS Agar)

ekimler yapılmıştır. Denizden tatlı suya nakledilen balıkların vibriosis olabileceği göz önüne alınarak balıkların böbrek, dalak ve derideki ülserli bölgelerden %1,5 tuz (NaCl) ilave edilmiş TSA ve BHIA ekimler yapılmıştır. Ayrıca *Vibrio* lar için selektif besi yeri olan TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Sucrose) Agara ekimler yapılmıştır. Ayrıca, *Aeromonas* ve *Pseudomonas*'ları ayırt edici glutamate starch phenol red (GSP) agara ekimler yapılmıştır. Bu besi yerleri 20±1°C'de bakterilerin üremesi için 3-5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır ve hastalık etkenleri saf olarak izole edilmiştir. Bu besi yerlerinde saf olarak izole edilen basil şeklindeki bakterilerin hareketli ve Gram negatif olduğu tespit edilmiştir. Test sonuçlarına göre bakterilerin *Aeromonas*, *Pseudomonas* ve *Vibrio* cinsine ait olma ihtimaline karşı bakteriler selektif besiyerlerine ekimler yapılarak cins bazında ayırt edilmiştir. İzole edilen 330 adet saf koloniye antimikrobiyel hassasiyet testleri yapılmıştır. Saf izolatlar sıvı besi yerlerinde üretilip %20 gliserol içeren ependorf tüplerde homojenize edilerek biyokimyasal testler yapılabileceği kadar -20°C'de derin dondurucuda stoklanmıştır.

**İzole Edilen Bakterilerin Teşhisi:** Stoktan çıkarılıp TSA'ya ekilen izolatların 24 saatlik taze saf kolonilerine ilk önce hareket muayenesi yapılmıştır. Hareket muayenesinde hareketli olan bakterilere sırasıyla Gram boyama, oksidaz ve katalaz testleri yapılmıştır. Ayrıca hareket pozitif, Gram negatif, katalaz ve oksidaz testleri pozitif olan bakteri şuşların *Aeromonas*, *Pseudomonas* ve *Vibrio* olma ihtimaline karşı selektif besiyerleri kullanılarak, *Aeromonas* spp. ve *Pseudomonas* spp. ayırt etmek için GSP agara, *Vibrio* spp.'ler için spesifik besi yerleri TCBS agara ekim yapılmıştır. GSP agarda meydana gelen renk değişimine göre sarı olan şuşlar *Aeromonas* spp. ve menekşe (eflatun) renkte olan şuşlar *Pseudomonas* spp. olarak değerlendirilmiştir. TCBS agarda meydana gelen sarı koloniler ise *Vibrio* spp. olarak değerlendirilmiştir. Oksidatif-fermantasyon test sonucu pozitif olan şuşları *Vibrio* spp. olma ihtimaline karşılık O/129 vibriostatik (150 µg) ajana duyarlılık testi de yapılmış ve O/129 testine dirençli şuşların *Aeromonas* spp. olabileceği düşünülerek idenfikasyonu için API 20NE test kitleri kullanılmıştır. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology'e göre *Aeromonas* spp.'lerin tür teşhisini yapmak için Tablo 1'de bildirilen biyokimyasal testlerin yapılmasına gereksinim duyulmuştur.

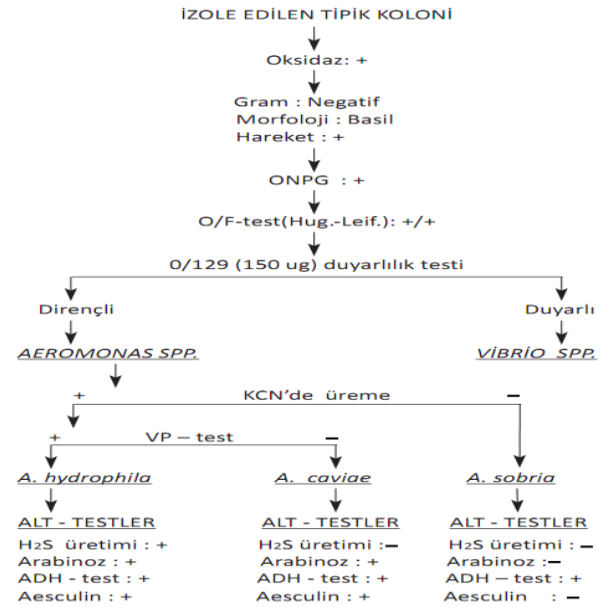
Bu testlere ilaveten, hareketli, basil ve koko-basil şeklindeki, Gram negatif, katalaz ve oksidaz testi (+), oksidatif/fermantatif testinin her ikisinde pozitif (+/+) olan şuşlara Austin ve Austin, (1999) tarafından bildirilen yöntemine göre API 20NE (bioMérieux) test kitleri kullanılarak idenfikasyonu gerçekleştirilmiştir. Kısaca, TSA'da üretilen 24 saatlik taze kültürlerdeki bakteri kolonilerinden 3-5 koloniden alınan örnekler steril API %0,85 NaCl içeren fizyolojik tuzlu suda vorteks yardımıyla

homojenize edilerek MacFarland 0,5'e ayarlanmıştır. Bu süspansiyon steril Pasteur pipeti yardımıyla API 20NE test kitlerindeki NO<sub>3</sub>-PNPG kuyucuklarına kadar prosedüre uygun bir şekilde doldurulmuştur. Bu süspansiyondan 200µl alınarak API AUX Medium'a ilave edilip iyice karıştırıldıktan sonra GLU-PAC aralığındaki kuyular doldurulmuştur. Test kitleri 25±1°C'de 24 saat ve 48 saat inkübasyona bırakılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Ayrıca, klasik biyokimyasal testlerden OF testi, OPNG testi, indol testi, nitrat testi, simon sitrat testi ve triple sugar iron (TSI) agarda üçlü şeker testi yapılmıştır. Bu testlere ait test sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 1.** *Aeromonas* spp.'lerin Bergey's Manual of Determinative Bacteriology'e göre teşhisi.

**Table 1.** Diagnosis of *Aeromonas* spp. According to Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.

Biyokimyasal testler	<i>A. hydrophila</i>	<i>A. caviae</i>	<i>A. sobria</i>	<i>A. veronii</i>
O/129	-	-	-	-
KCN growth	+	+	-	d
ONPG	+	+	-	+
Esculin hydrolysis	+	+	-	+
Citrat, Simons	d	d	-	+
H <sub>2</sub> S production	+	-	-	-
D-glikoz, gaz	+	-	-	+
D-glikoz, asit	+	-	+	+
VP	+	-	d	+
Metil red	+	+	-	+
İndol test	+	+	+	+
L-Arabinose, asid	+	-	-	-
Lysine decarboxylase	d	-	+	+
Arginine dihydrolase	+	+	+	-
Ornithine decarboxylase	-	-	-	+
Oksidaz	+	+	+	+
Katalaz	+	+	+	+
Üreaz	-	-	-	-



**Şekil 1.** Motil *Aeromonas* spp.'lere ait idenfikasyon şeması.

**Figure 1.** Identification scheme of Motil *Aeromonas* spp.



**Şekil 2.** Bakteri süspansiyon ile doldurulmuş API 20NE test kitinin ilk görünümü.

**Figure 2.** First view of API 20NE test kit filled with bacteria suspension.



**Antimikrobiyel Direnç Testi:** Antimikrobiyal hassasiyet deneyleri *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2014) ölçütlerine uygun olarak standart disk difüzyon yöntemi ile Mueller Hinton agarda (MHA) yapılmıştır. Hazırlanan steril MHA'nın kalınlığı dijital kompas yardımı ile ölçülerek standarda yakın bir kalınlık (4 mm) oluşturulmuştur. *Aeromonas* izolatları 25°C'de TSA'da üretilen 24 saatlik kültürlerden steril olarak alınan koloniler steril izotonik tuzlu suda McFarland No: 0,5 bulanıklığına ayarlanmıştır. Disk-dağıtıcı yardımı ile antibiyotik diskleri besiyeri üzerine yerleştirilmiştir. MHA'da 25°C'de bir gece inkübasyona bırakılmıştır. Antibiyotik disklerin etrafında oluşan inhibisyon zon çapları dijital kompas yardımıyla okunmuştur.

Bu çalışmada, antibiyotik diskleri sırasıyla ampisilin (10µg), amoksisilin (25µg), enrofloksasin (5 µg), eritromisin (15µg), florfenikol (30µg), oksalidik asit (2µg), oksitetrasiklin (30µg), sulfametoksazol (25µg), streptomisin (10 µg) ve trimetoprim+sulfametoksazol (25 µg) kullanılmıştır. Ölçülen zon çapları Tablo 2'deki antibiyotik standart zon çaplarına göre değerlendirilmiştir.

**Tablo 2.** Antibiyotik hassasiyet testinde ölçülen standart zon çapı ölçüleri.

**Table 2.** Standard zone diameter measurements measured in antibiotic sensitivity test.

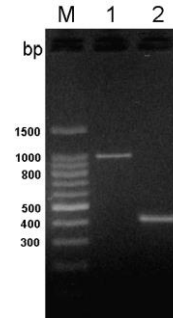
Antibiyotikler	Hassas	Orta Hassas	Dirençli
Ampisilin (AM-10 µg)	≥17	14-16	≤13
Amoksisilin (AX 25 µg)	≥18	14-17	≤13
Enrofloksasin (ENR-5 µg)	≥22	18-21	≤17
Eritromisin (E-15 µg)	≥23	14-22	≤13
Florfenikol (FFC-30 µg)	≥18	13-17	≤12
Okzalidik Asit (OA-2 µg)	≥13	11-12	≤10
Oksitetrasiklin (OTC-30 µg)	≥ 19	15-18	≤14
Streptomisin (SR-10 µg)	≥15	12-14	≤11
Sulfametoksazol (RL-25 µg)	≥17	13-16	≤12
Trimetoprim+Sulfametoksazol (SXT-25 µg)	≥16	11-15	≤10

### Sınıf 1 ve 2 integronların varlığının belirlenmesi:

Sınıf 1 ve 2 integronların varlığı PZR testi ile belirlenmesinde Tablo 3'de verilmiş olan oligonükleotid primer dizileri kullanılmıştır (Levesque vd., 1995; White vd., 2001; Aarestrup vd., 2003). Standart PZR testleri 50µL hacimde yapılmıştır. 5µL 10X PZR tamponu (100mM Tris-HCl (pH 8.8), 500mM KCl, 15mM MgCl<sub>2</sub>, %1 Triton X-100), 5µL 10X deoksiniükleotid trifosfat karışımı (her biri 2mM dATP, dCTP, dGTP ve dTTP), 2µL her bir primer

(25pmol/µL) (5'CS/3'CS), 34µL PZR suyu, 1µL *Taq* DNA polimeraz ve 1µL kalıp DNA olarak reaksiyon karışımı hazırlanmıştır. Çoğaltım için döngü koşulları: 5 dk 94°C, 1 dk 55°C, 3 dk 72°C (bir döngü); 15 sn 94°C, 30 sn 55°C, 3 dk 72°C (24 döngü) ve son sentez için 5 dak. 72°C ve en son olarak 4-10°C'de saklama şeklinde ayarlanmıştır. PZR ürünleri 0,5 µg/mL etidiyum bromür içeren % 1'lik agaroz jelde 40 Volt doğru akımda 0,5-3 saat yürütülmüş ve ultraviyole ışık altında görüntülenmiştir.

**Tetrasiklin direnç genlerinin varlığının belirlenmesi:** Fenotipik olarak oksitetrasikline dirençli olduğu belirlenen 20 izolat *tetA* ve *tetB* gen taşıyıcılığı açısından analiz edilmiştir. Bu amaçla, standart PZR çalışması 50µL hacimde yapılmıştır. Beş mikro-litre 10 x PZR tamponu (100mM Tris-HCl (pH 8.8), 500mM KCl, 15mM MgCl<sub>2</sub>, %1 Triton X-100), 5µL 10 x deoksiniükleotid trifosfat karışımı (her biri 2mM dATP, dCTP, dGTP ve dTTP), 2µL her bir primer kaynağı (25pmol/µL), 34µL arınık iyonsuz su, 1µL *Taq* DNA polimeraz ve 1µL kalıp DNA olarak reaksiyon karışımı hazırlanmıştır. Çoğaltım için döngü koşulları: 2 dk 94°C, 1 dk 55°C, 3 dk 72 °C (bir döngü); 15 sn 94°C, 30 sn 55°C, 3 dk 72°C (24 döngü) ve son sentez 5 dk 72 °C ve en son olarak 4-10°C'de saklama şeklinde kullanılmıştır. PZR ürünleri agaroz jelde 40 Volt doğru akımda 0,5-3 saat yürütülmüştür. Ultraviyole ışığı altında *tet* DNA amplikonları gözlenilmiştir ve görüntüleme sistemi ile görüntülenmiştir. *tet(A)* ve *tet(B)* spesifik PZR'ler sırasıyla 917 bp ve 375 bp ürünün görünümü Şekil 3'de verilmiştir.



**Şekil 3.** OTC direnç determinantlarının PZR analizi. M, 100bp DNA Ladder (Promega, ABD); 1. *tetA* amplikon; 2. *tetB* amplikon. **Figure 3.** PCR analysis of OTC resistance determinants. M, 100bp DNA Ladder (Promega, USA); 1. *tetA* amplicon; 2. *tetB* amplicon.

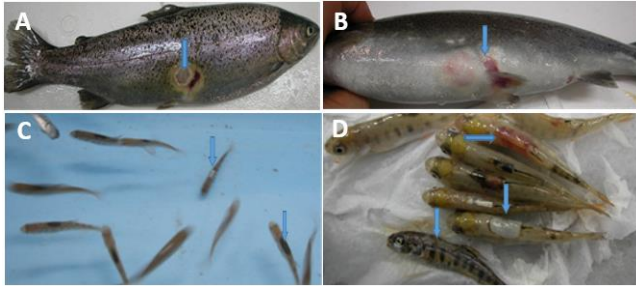
**Tablo 3.** PCR analizlerinde kullanılan primerler ve özellikleri.

**Table 3.** Primers used in PCR analysis and their properties.

Primer	Hedef Gen	DNA dizisi	Referans
5'-CS 3'-CS	Sınıf 1 integron değişken bölge	5'-GGCATCCAAGCAGCAAG-3' 5'-AAGCAGACTTGACCTGA-3'	Levesque vd. (1995)
hep51 hep74	Sınıf 2 integron değişken bölge	5'-GATGCCATCGCAAGTACGAG-3' 5'-CGGGATCCCGACGGATGCACGATTGTA-3'	White vd. (2001)
<i>tet(A)</i> -1 <i>tet(A)</i> -2	<i>tet(A)</i> geni	5'-GTAATTCTGAGCACTGTCGC-3' 5'-CTGCCTGGACAACATTGCTT-3'	Aarestrup vd. (2003)
<i>tet(B)</i> -1 <i>tet(B)</i> -2	<i>tet(B)</i> geni	5'-CTCAGTATTCCAAGCCTTTG-3' 5'-ACTCCCCTGAGCTTGAGGGG-3'	Aarestrup vd. (2003)

## BULGULAR

**Hastalık semptomları:** Çalışmanın yapıldığı dönemlerde ortalama ölçülen su sıcaklığı 4,4-21,8°C, oksijen değerleri  $8.85 \pm 2.35 \text{ mg L}^{-1}$ , suyun pH'sı 6,96-8,10 aralığında ve toplam sertlik  $92.5 \pm 2.3 \text{ mg L}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Balık çiftliklerinde hastalık vakaları varlığında örnek seçimi kolay yapılmasına rağmen hastalık vakalarının olmadığı zamlarda bütün çiftlikteki havuzlar gezilerek renkte kararma, halsiz, kaşektik, deri yüzeyinde ve kuyruk sap kısmında ülser olan balıklar toplanmıştır. Balıkların dış muayenesinde renkte kararma ve ülser, gözlerde tek ve çift taraflı exophthalmus, ağız etrafında, operkulum üzerinde ve anüs çevresinde lezyonlar görülmüştür. Bazı balıkların vücut yüzeyinde, kuyruk sapında ve dorsal yüzgeç etrafında yüzeysel ve derin ülserlerin varlığına rastlanmıştır. Dorsal yüzgecin hemen altında ve etrafında sınırlı bir kararmayı takiben dorsal yüzgeci de içine alan eğer benzeri ülserlerin varlığı 8°C'deki su sıcaklığında rastlandığında bize hastalığın *Flavobacterium psychrophilum* veya *Pseudomonas putida* enfeksiyonu olabileceğini düşündürmüştür. Ayrıca balıkların deri, solungaç ve bağırsakların mikroskopik muayenesinde herhangi bir parazite rastlanılmamıştır. Tipik hastalık semptomu gösteren balıkların görünümü Şekil 4'de verilmiştir.

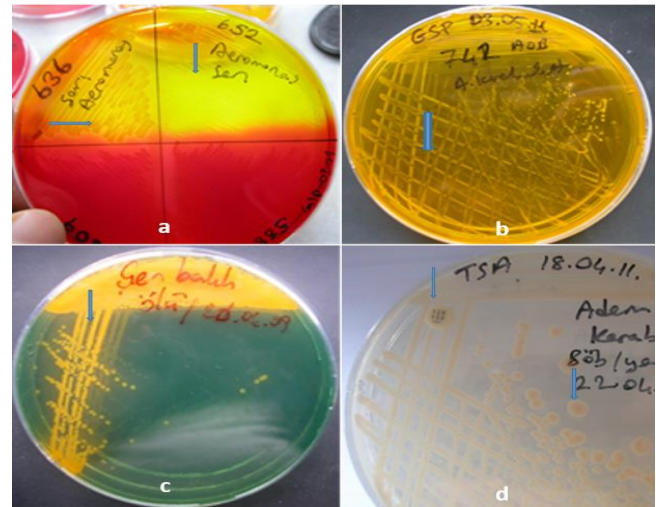


**Şekil 4.** Tipik hastalık belirtisi gösteren balıklar; A) Deride kararma ve ülser, Karında şişlik, B) Deride kararma, karında şişlik ve pektoral yüzgeç kaidesinde kanamalar, DC) Dorsal yüzgecin etrafında kararma ve erozyon, D) Dorsal yüzgeç de kanama, erozyon ve ülser.

**Figure 4.** Fish showing typical signs of disease; A) Blackening of the skin and ulcer, Swelling in the abdomen, B) Blackening of the skin, swelling in the abdomen and bleeding on the pectoral fin base, DC) Blackening and erosion around the dorsal fin, D) Bleeding, erosion and ulcer on the dotted fin

***Aeromonas* spp.'lerin idenfikasyonu:** Solungaç, bağırsak ve böbrek örneklerinin mikroskopik bakısında hastalık etkeni olarak hareketli bakterilerin varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca, hastalıklı balıkların dış semptomlarına göre hastalığın *Aeromonas* spp. enfeksiyonu olma ihtimali göz önünde bulundurularak gerekli bakteriyolojik besi yerlerine ekimler yapılmıştır. TSA'da üreyen bakteriler hareket muayenesi, Gram boyama, oksidaz ve katalaz tesleri yapılarak oksidaz ve katalaz testleri pozitif olan bakteri izolatlar *Vibrio*, *Pseudomonas* ve *Aeromonas* 'lar için ayırt edici bir besi yeri olan TCBS ve GSP agar ekilmiş ve

izolatların 12 saat içinde TCBS agarda sarı renkli koloniler oluşturması *Vibrio* spp. olarak, GSP agarda ise oluşan sarı koloniler ve besiyerinin sarıya dönüşmesi *Aeromonas* yönünden pozitif olarak kabul edilmiştir. İzole edilen hastalık etkeni TSA'da beyaz-krem renginde yuvarlak koloniler, Gram boyamada, Gram negatif, tek ya da çiftler halinde ve çomak şeklinde bakteriler görülmüştür. İzolatların GSP, TCBS ve TSA agarlardaki oluşturduğu kolonilerin görünümü şekil 5'de verilmiştir. AOA ve AOB'da üreyen bakterinin *F. psychrophilum* olmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak 30 izolatın *Aeromonas* spp. olduğu belirlenmiştir. Bu izolatlara yapılan API 20NE test kiti sonuçları apiwep sisteminde değerlendirilerek izolatların *A. hydrophila/caviae/sobria* olabileceği ve tam identifikasyon yapılabilmesi için ek fiziksel ve biyokimyasal testlere ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Suşlara ait API 20NE test kitindeki biyokimyasal testler sonuçlarının görünümü şekil 6'da ve izolatların 24 saat sonundaki API 20NE test kitlerindeki biyokimyasal testlerin sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. Apiweb sisteminden API 20NE test sonucu kodlarına göre yapılan değerlendirmeler Tablo 5'de verilmiştir.



**Şekil 5.** İzolatların GSP, TCBS ve TSA agarlarda oluşturduğu kolonilerin görünümü; a-b) GSP agarda sarı koloniler (*Aeromonas*), c) TCBS agarda sarı koloniler (*Vibrio*), d) TSA'da O/129 dirençli kahverengi koloniler (*Aeromonas*).

**Figure 5.** View of the colonies formed by the isolates on GSP, TCBS and TSA agars; a-b) Yellow colonies on GSP agar (*Aeromonas*), c) Yellow colonies on TCBS agar (*Vibrio*), d) O/129 resistant brown colonies (*Aeromonas*) on TSA.



**Şekil 6.** API 20NE test kitlerine ayıraçlar döküldükten sonra biyokimyasal test sonuçlarının görünümü.

**Figure 6.** View of biochemical test results after reagents are poured into the API 20NE test kits.

**Tablo 4.** API 20NE'deki çeşitli biyokimyasal testlerin 24 saat sonundaki sonuçları.**Table 4.** Results of various biochemical tests at API 20NE after 24 hours.

İzolot No	API 20NE TEST SONUÇLARI																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
357	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
636	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
652	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
678	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
696	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
704	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
706	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
709	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
710	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
711	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
712	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
722	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
727	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
734	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
741	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
742	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
745	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
748	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
751	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
754	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
762	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
766	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
768	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
769	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
770	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
772	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
773	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
774	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
778	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
779	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

1. Nitrat indirgeme, 2. İndol, 3. Glikoz fermantasyonu, 4. Arjinin dihidrolaz, 5. Üre, 6. Esculin, 7. Jelatin hidroliz, 8. B-Galaktosidaz, 9. D-glikoz, 10. L-Arabinoz, 11. D-Mannoz, 12. D-Mannitol, 13. N-Asetil-glikozamin, 14. D-Maltoz, 15. Potasyum glukonat, 16. Kaprik asit, 17. Adipik asit, 18. Malik asit, 19. Trisodyum sitrat, 20. Trisodyum sitrat, 21. Trisodyum sitrat

**Tablo 5.** API 20NE' test sonucu kodlarına göre benzerlik (%) oranları.**Table 5.** Similarity (%) rates according to codes of API 20NE test result.

İzolot no	Api 20NE kod	Bakteri Türü	Benzerlik Oranı
357	5577754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,8
636	5577754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,8
652	7577755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,7
678	5577754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,8
696	5577754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,8
704	7577754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,9
706	5577754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,8
709	5577754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,8
710	5777755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,7
711	5777755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,7
712	5577755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,0
722	7476754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%98,2
727	5577775	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,6
734	5577775	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,6
741	5577755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,0
742	5577755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,0
745	5476745	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%86,2
748	7577755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,7
751	7577775	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,9
754	7577754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,9
762	7577775	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,9
766	7476754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%98,2
768	7577754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,9
769	7477755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,5
770	5476754	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%97,8
772	5577755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,0
773	5146755	<i>Aeromonas sobria</i>	%96,9
774	5116755	<i>Aeromonas sobria</i>	%97,7
778	7577755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,7
779	7577755	<i>Aeromonas hydrophila/caviae</i>	%99,7

### Antimikrobiyel Hassasiyet Test Sonuçları

Disk difüzyon metoduna göre yapılan antimikrobiyel hassasiyet testinde Mueller Hinton Agarda oluşan zon çapları dijital kompas yardımı ile okunmuş ve Tablo 2'de verilen antibiyotik hassasiyet testinde standart zon çapı ölçüleri kullanılarak suşlara ait antibiyotik hassasiyet belirlenmiştir. Disk difüzyon metoduna göre suşlara yapılan antimikrobiyel hassasiyet test sonuçlarına göre elde edilen direnç yüzdeleri hesaplanarak Şekil 7'de grafik olarak gösterilmiştir. Motil *Aeromonas* hastalığının sağaltımında antibiyogram test sonuçlarına göre en duyarlı antimikrobiyel ajanın

enrofloksasin ve florfenikol olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın test edilen *Aeromonas* izolatları diğer antimikrobiyellere karşı orta düzeyde hassas ve dirençli olduğu bulunmuştur. Buna göre ampiciline ve amoksisilin karşı en yüksek direnç %100 tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla, %78,57 ile sulfametoksazol, %64,28 oksitetrasiklin ve daha az oranda (%53,57) eritromisin, %50 trimetoprim/sulfametoksazol, %39,29 oksolinik asit, %32,14 streptomisin, %17,86 florfenikol ve en az %10,72 oranda bir kinolon olan enrofloksasin izlediği belirlenmiştir.

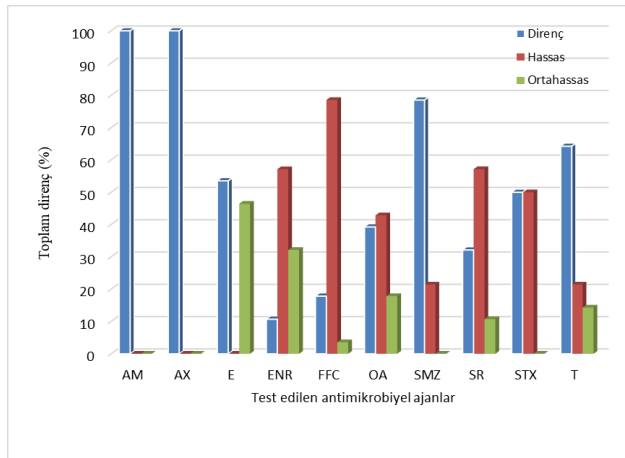
**Tablo6.** *Aeromonas* spp. izolatlarına ait fiziksel ve biyokimyasal klasik test sonuçları.  
**Table 6.** Physical and biochemical classical test results of *Aeromonas* spp. strains.

Klasik Biyokimyasal Testler	Bakteri izolatları/Bacteria isolates														
	357	636	652	687	696	704	706	709	710	711	712	722	727	734	741
Hareket	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gram	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oksidaz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Katalaz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
OF testi O/F	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/-	+/-	+/+	+/+
OF/gaz(G)	+	-/-	+/-	+/+	+/-	-/-	-/-	-/-	-/-	+/+	+/-	+/-	+/-	+/+	-/-
O/129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KCN üreme	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ONPG	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Eskulin hidroliz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Simons sitrat	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
H <sub>2</sub> S production	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
D-glikoz, gaz	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
D-glikoz, asit	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
VP	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Metil red	Z	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
İndol test	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Nitrat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TSI	S+	S+	S+	S+	S+	G+	S+	S+	S+	S+	S+	-	S+	S+	+
TSI Gaz (G)	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
TSI (H <sub>2</sub> S)	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-
Klinger-İron Agar	-	-	G+	+	G+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
KIA/(H <sub>2</sub> S) / (G)	-	-	-/-	+	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-	-/+	-/-	-
Pept-İron-A (H <sub>2</sub> S)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+

Klasik Biyokimyasal Testler	Bakteri izolatları/Bacteria isolates														
	742	745	748	751	754	762	766	768	769	770	772	773	774	778	779
Hareket	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gram	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oksidaz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Katalaz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
OF testi O/F	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+
OF/gaz(G)	+/+	-/-	+/-	+/+	+/+	+/+	+/-	+/+	+/+	+/+	+/+	+/-	-/-	+/+	+/+
O/129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KCN üreme	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
ONPG	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Eskulin hidroliz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Simons sitrat	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
H <sub>2</sub> S production	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D-glikoz, gaz	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
D-glikoz, asit	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
VP	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-
Metil red	Z	+	+	Z	Z	+	+	Z	+	Z	Z	-	+	+	+
İndol test	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nitrat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TSI	+	+	+	+	+	+	S+	+	+	+	+	+	+	+	S
TSI Gaz (G)	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
TSI (H <sub>2</sub> S)	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Klinger-İron Agar	-	-	-	-	+	-	G+	-	-	-	-	+	+	+	L
KIA/(H <sub>2</sub> S) / (G)	-	-	-	-	+	-	-/-	-	-	-	-	-/-	-/-	-/-	+/+
Pept-İron-A (H <sub>2</sub> S)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-

Z: Zayıf.



**Şekil 7.** *Aeromonas* spp. izolatlarının antimikrobiyel hassasiyet profilleri.

**Figure 7.** Antimicrobial susceptibility profiles of *Aeromonas* spp. isolates.

**Antibiyotik direncinin moleküler analizi:** Fırtına deresi üzerindeki alabalık çiftliklerinden izole edilen ve tanımlanan toplamda 30 adet *Aeromonas* izolatına yapılan test sonuçlarına göre 8 izolatın *Class-I* gen kasetine ve 16 izolatın ise *Class-II* gen kasetine sahip olduğu belirlenmiştir. *Class-I* için 3., 4., 16., 25., 26., 27., 28. ve 29. nolu izolatlar pozitif iken *Class-II* gen kaseti için ise 1., 2., 3., 4., 5., 6., 8., 9., 11., 12., 13., 14., 15., 16., 17. ve 19. izolatlar pozitif olarak tespit edilmiştir.

Antibiyogram test sonuçlarına göre oksitetrasikline dirençli olan 20 izolatın DNA'sından *tetA* ve *tetB* genleri için yapılan PCR analizi sonuçlarına göre toplamda 7 *tetA* geni tanımlanmış, fakat *tetB* genine rastlanılmamıştır. Agaroz jel elektroforezinde *tetA* amplifikasyonları 2., 5., 11., 14., 16., 18. ve 22. suşlarında pozitif olduğu ortaya konulmuştur.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada hastalık etkenlerinin genellikle ikincil enfeksiyonlara neden olan ve fakültatif fırsatçı bir patojen olan Motil *Aeromonas* türlerinden olduğu belirlenmiştir. Balıklarda görülen deri lezyonları ve ülserlerinden sıklıkla *Aeromonas* etkenlerinin izole edildiği tespit edilmiştir. Kötü beslenme, oksijen yetersizliği gibi konakçı direncini azaltan faktörlerin bulunması durumunda etken enfeksiyonlara neden olmaktadır. Bu çalışmada *A. hydrophila* ve *A. sobria* iç organlardan izole edilirken deri lezyonu saptanan balıklardan *A. hydrophila*'nın yanı sıra *A. caviae* izole edilmiştir. Daha önceki bir çalışmada eğer benzeri semptomlar gösteren gökkuşuğu alabalığı yavrularından etken olarak *F. psychrophilum* izole edilmesine karşın (Balta, 1997), başka bir çalışmada ise sırtında at eğeri benzeri semptom gösteren hastalıklı gökkuşuğu alabalığı yavrularından *P. putida* izole edildiği bildirilmiştir (Altınok vd., 2006), diğer bir çalışmada Türkiyenin farklı bölgelerinden 6,1-21.2°C su sıcaklığı aralığındaki 0,1-3000 g ağırlığındaki balıkların 20 farklı dorsal lezyonlu balıklarından farklı Motil *Aeromonas* spp.'lerin izole edildiği rapor edilmiştir (Duman ad., 2018).

Bu çalışmanın Api 20NE ve klasik biyokimyasal test sonuçlarına göre 30 izolatın 17'sinin *A. hydrophila* (357, 652, 678, 696, 704, 734, 741, 742, 745, 748, 751, 754, 766, 768, 769, 770, 772 ve 778), 11'nün *A. caviae* (636, 706, 709, 710, 711, 712, 722, 727, 762, 769 ve 779) ve 2'sinin *A. sobria* (773 ve 774) olduğu belirlenmiştir. Ülkemizin üç farklı (Ege, Akdeniz ve Karadeniz) bölgesinden toplanan balık ve sulardan izole edilmiş toplam 45 *Aeromonas* spp. izolatın, 20'si *A. sobria*, 10'u *A. hydrophila*, 9'u *A. salmonicida*, 4'ü *A. bestiarum* ve 2'si ise *A. veronii* olarak tanımlanmıştır (Onuk vd., 2015). Başka bir çalışmada alabalık işletmelerinden izole edilen 21 suş *A. hydrophila*, 24 suş *A. caviae* ve 7 suş ise *A. sobria* olarak tanımlandığı rapor edilmiştir (Durmaz & Türk, 2009). *Aeromonas*lar, karakteristik olarak tatlı su bakterileri olup *A. hydrophila*, *A. caviae* ve *A. sobria* akuatik hayvanların mikrobiyel florası olmakla birlikte, koi, sazan gibi tatlı su balık türlerinde de hemorajik septisemiye neden oldukları bildirilmiştir (Aoki, 1999; Noga, 1996). Ülkemizdeki diğer bir çalışmada hastalıklı Japon balıklar (*Carassius auratus*)'ndan da *A. hydrophila*, *A. caviae* ve *A. sobria* türlerinin izole edildiği bildirilmiştir (Korun & Betül Toprak, 2007). Bu sonuçlar, tatlı su balıklarından izole edilen tüm *Aeromonas* izolatlarının, yalnızca fenotipik karakterler ve biyokimyasal test sonuçları ile doğru bir şekilde tanımlanamayacağını ortaya koymaktadır. Başka bir çalışmada, fenotipik karakterler ile *Aeromonas*ların tanımlanamadığı için mikropilaka hibridizasyon

yönteminin kullanılması ile daha doğru tanımlamanın yapılacağı bildirilmiştir (Sugita vd., 1994).

Bu çalışmada, ampisilin ve amoksisilin'e karşı %100, sulfametoksazol %79,31, oksitetrasiklin %62,07, eritromisin %51,72, trimetoprim + sulfametoksazol kombinasyonuna karşı %48,27 direnç gelişmiş olması kaygı uyandırıcı olması yanında sucul ortamdaki diğer mikroorganizmalar ile antibiyotiklerin direkt veya metabolitlerinin teması ile direnç şekillenmesine neden olduğunu bildiren birçok yayın mevcuttur (Alzainy, 2011; Balta, 2016; Balta & Dengiz Balta, 2016; Balta vd., 2016; Balta & Dengiz Balta, 2017; Balta & Dengiz Balta, 2019; Balta & Yılmaz, 2019; Samal vd., 2014). Gökkuşuğu alabalık yavrularından izole edilen *A. caviae* (636, 706, 709, 710, 711, 712, 722, 727, 762, 769 ve 779) ve *A. sobria* (773 ve 774) izolatlarının enrofloksasin ve trimetoprim+sulfametoksazol kombinasyonuna karşı duyarlı, amoksisilin, basitrasin, oksitetrasiklin ve streptomisin'e karşı dirençli, eritromisin ve gentamisin'e karşı orta hassasiyette olduğu tespit edilmiştir. Florfenikol karşı *A. Caviae* (636, 706, 709, 710, 711, 712, 722, 727, 762, 769 ve 779) suşunun dirençli olmasına karşın *A. sobria* (773 ve 774) suşu hassas olduğu tespit edilmiş, fakat trimetoprimde ise bu durumun tam tersi olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada motil *Aeromonas* enfeksiyonları 3, 5, 10, 20 50 ve 100 gr'lık balıklardan izole edilmiştir. Bu enfeksiyonlardan izole edilen *Aeromonas* spp.'lere karşı yapılan antibiyogram test sonuçlarına göre saha uygulamalarında enrofloksasin ve florfenikolün başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Kültür balıkçılığı sistemlerinde ilaç direnci, virülens veya enterotoksin üretimi gibi plazmit aracılığı ile aktarılabilen özelliklerin ilgili veya ilgisiz bakterilere transfer kapasitesine sahip olduğu gösterilmiştir (Toranzo vd., 1984). Bu nedenle, balık bakterilerinde konjugatif plazmitlerin varlığı, potansiyel bir insan sağlığı tehlikesinin göstergesi olarak kabul edilmiş, çünkü plazmitler, balık tanklarında bulunan insan patojenlerine aktarılabılır olduğu rapor edilmiştir. Bu nedenle, bu R plazmitlerinin yayılmasının nasıl önleneceğini öğrenmede epidemiyolojik çalışmalar açısından oldukça önemli olduğu bildirilmiştir (Toranzo vd., 1984). Mikroorganizmalarda tanımlanan antibiyotik direncinin çeşitli nedenleri mevcuttur. Dirençten sorumlu olan genler bakteri genomu üzerinde olabileceği gibi plazmit üzerinde de olabilir. Özellikle bazı genler integron olarak isimlendirilen kasetlerde plazmit üzerinde taşınabilir. Bu durumda başka mikroorganizmalara transfer edilebildiği rapor edilmiştir (Ozgumus vd., 2008). Ayrıca, balıkların tedavisi amacı ile kullanılan bir antibiyotikğin sedimentte uzun süre bulunması sediment bakterilerinde ilaç karşı direncinin oluşmasına neden olacağı bildirilmiştir. Tetrasiklinler de dahil olmak üzere birçok antibakteriyel

ajanın sucul mikroflorada ve patojenik balık bakterinde plazmit aracılı ilaç direncini indüklediği rapor edilmiştir (Austin, 198; Toranzo vd., 1984). Bu çalışmada hem integron 1 (Class-I) ve hem de integron 2 (Class-II) gen kasetlerinin varlığı tespit edilmiştir. Tetrasiklin direncine neden olan genler de moleküler olarak tiplendirilebilir ve bu çalışma kapsamında tetrasiklin direnci gözlenen 20 örnekten 7 tanesinde *tetA* geninden kaynaklanan direncin olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, farklı coğrafi bölgelerde insanlar ve su ürünleri yetiştiriciliği arasında tetrasikline dirençli plazmidlerin *A. hydrophila* ve *E. coli* arasında yayıldığını bildirmişlerdir (Stratev & Odeyemi, 2016). Bununla birlikte, *A. hydrophila*'nın antibiyotiklere direncindeki artış bir halk sağlığı sorunu olduğu için, küresel olarak bu fırsatçı patojenin varlığını izlemek ve sürekli bir şekilde araştırmaların yapılarak takip edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Alabalık işletmelerinden izole edilen *Aeromonas* spp.'lere karşı yapılan antibiyogram testlerinde enrofloksasin'e karşı suşların hemen hemen tamamı (%96'sı) duyarlı iken oksitetrasiklin ve streptomisin ise dirençli olması bizim bulgularımızla örtüştüğü görülmüştür (Durmaz & Türk; 2009). Başka bir araştırmada ise Japon (*Carassius auratus*) balıklarından izole edilen *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae* ve *A. sobria* türlerinin antibiyotiklere hassasiyet durumları değerlendirildiğinde ampisilin'e direnç göstermekle birlikte, tetrasiklin'e de dirençli oldukları bildirilmiştir (Korun & Betül Toprak, 2007). Bu araştırmanın sonuçları ile bizim bulgularımız paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak; bu araştırmada gökkuşağı alabalığı yavru kuluçkahanelerinde yoğun stoklamadan kaynaklanan strese bağlı olarak farklı *Aeromonas* spp. enfeksiyonlarının zaman zaman ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Hastalık semptomlarına bakılarak yapılan hastalık teşhislerin doğru olmadığı ve hastalık etkeninin tam teşhisinin yapılabilmesi için etkenin mutlaka izole edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Antimikrobiyel hassasiyet profilinin belirlenmesi üzerine yapılan araştırmalarda farklı antibiyotiklere karşı gelişen dirençli suşların rapor edilmesi antibiyotik kullanılmasının gelişmiş yapılmaması, hastalığın sağaltımı için mutlaka antibiyogram testinin yapılması tedavide başarı şansını ve üretimde verimliliği artırılacağı gibi ekonomik kayıpların azaltılması bağlı olarak sürdürülebilir karlılığın sağlanması açısından oldukça önemli olduğu saptanmıştır.

## ÖNERİLER

Doğu Karadeniz Bölgesinde karasal havuzlarda, baraj gölü ve denizel ortamlarda yüzer ağ kafeslerde kültürü yapılan gökkuşağı alabalıklarında su sıcaklığına bağlı olarak stres faktörleri ile birlikte ortaya çıkan motil

*Aeromonas* spp. hastalığının büyük ekonomik kayıplara neden olması nedeni ile önemli bir hastalık olmaya devam etmektedir. Bu hastalığın yayılmasının önlemek için çiftlikler ve bölgeler arası balık hareketleri kontrol altına alınmalıdır. Gelişmiş ilaç kullanımının önüne geçilmesi için Tarım ve Orman Bakanlığının uyguladığı kimyasal rezidü analiz tarama programları sonuçlarının iyi takip edilmesi, gerekli caydırıcı önlemlerin alınması ve yasal yaptırımların uygulanması gerektiği kanısındayız.

Bu araştırma sonuçlarından elde edilen bilgi ışığında mevcut balık hastalıklarının sağaltımında kullanılan antibiyotiklere yüksek oranda direnç şekillenmesi tedavide antibiyotik kullanımını sınırlamaktadır. Ayrıca kullanılan kimyasalların bakteriyel direnç oluşması yanı sıra sucul ortamın kirlenmesine neden olmaktadır. Antibiyotiklerin dış bağımlılığı olması nedeniyle yurt dışına döviz aktarılması ülke ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle izole edilen yerli suşlar kullanılarak aşılardan hazırlanması, geliştirilmesi, patentli ve ruhsatlı ticari aşılardan piyasaya sürülmesi hem ülke ekonomisine hem de üreticiye katkı sağlayacağı kanısındayız. Ayrıca aşı kullanımı ile antibiyotiklerin kullanımını sonucu oluşan direnç kazanımı ve çevresel kirlenmenin de önüne geçilmiş olacaktır. Kültür balıkçılığı bakteriyel balık hastalıklarının tedavisinde kullanılan kimyasal ajanlarla tedavi bazı sakıncaları da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda bu konu ile ilgili araştırma çalışmalarına devam edilmesi kanaatindeyiz. Hastalık vakalarında gelişmiş antibiyotik kullanılmadan önce hastalıklı balıkların muayene edilerek hastalık etkeninin izole edilmesi, bu etkenlere karşı antibiyogram testlerinin yapılması ve uygun kimyasalların kullanılması, balık salığı açısından önemli olduğu gibi çevre, hayvan ve insan sağlığı yönünden de çok önemlidir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Birimi tarafından 2008.103.02.1 nolu projeden sağlanan destekle ile gerçekleştirilmiştir. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi ne sağladığı destek için teşekkür ederim.

## KAYNAKLAR

- Altınok, I., Kayis, S. & Capkin, E. (2006).** *Pseudomonas putida* infection in rainbow trout. *Aquaculture*, **261**(3), 850-855. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2006.09.009](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.09.009).
- Alzainy, Z.A.A. (2011).** The Occurrence, Hemolytic, Cytotoxic Activity and Antibiotic Susceptibility of *Aeromonas hydrophila* Isolated from Fish

- Samples in Baghdad. *The Iraqi Journal of Veterinary Medicine*, **35**(2), 123-135.
- Aoki, T. (1999).** *Motile aeromonads (Aeromonas hydrophila). Fish diseases and disorders*, Volume 3: Viral, bacterial and fungal infections (Eds. P. T. K. Woo and D. W. Bruno), Cab International, 427-453pp.
- Arestrup, F.M., Lertworapreecha, M., Evans, M.C., Bangtrakulnonth, A., Chalermchaikit, T., Hendriksen, R.S. & Wegener, H.C. (2003).** Antimicrobial susceptibility and occurrence of resistance genes among *Salmonella enterica* serovar Weltevreden from different countries. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, **52**(4), 715-718. DOI: 10.1093/jac/dkg426.
- Austin, B. & Austin, D.A. (1993).** *Bacterial Fish Pathogens: Disease in Farmed and Wild Fish*. Second Edition, Ellis Horwood, London, 376p.
- Austin, B. (1985).** Antibiotic pollution from fish farms: Effects on aquatic microflora. *Microbiological Sciences*, **2**(4), 113-117.
- Balta, F. (1997).** Kültürü yapılan alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) görülen “*Flexibacter psychrophila*” enfeksiyonu, 621-648s. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 17-19 Eylül, Eğirdir/Isparta.
- Balta, F., Sandalli, C., Kayis, S. & Ozgumus, O.B. (2010).** Molecular analysis of antimicrobial resistance in *Yersinia ruckeri* strains isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) grown in commercial fish farms in Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, **30**(6), 211-219.
- Balta, F. (2016).** Phenotypic, serotypic and genetic characterization and antimicrobial susceptibility determination of *V. anguillarum*, isolated from cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) in the Southeast Black Sea, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **25**(10) 4393-4400.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2016).** Deniz suyuna nakledilen gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularında görülen vibrio enfeksiyonu ve tedavisi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, **1**(1), 14-20
- Balta, F., Dengiz Balta, Z., Ozgumus, O.B. & Çağırğan, H. (2016).** Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerinde *Yersinia ruckeri*’nin portörlük yönünden tetkiki ve antimikrobiyal direncin tespiti. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, **3**(1), 72-76.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2017).** Doğu Karadeniz’de yetiştiriciliği yapılan gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)’ndan izole edilen *Vibrio anguillarum* suşlarının serotiplendirilmesi, genetik karakterizasyonu ve antimikrobiyal duyarlılığının belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **64**, 321-328.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2019).** The isolation of *Lactococcus garvieae* from eyes of diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with exophthalmia. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**(1), 27-33. DOI: 10.35229/jaes.527258.
- Balta, F. & Yılmaz, H. (2019).** Kültür levreklerinde (*Dicentrarchus labrax*) *Vibrio parahaemolyticus* enfeksiyonu. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, **4**(2), 104-110. DOI: 10.35229/jaes.544439.
- Bremer, P.J., Fletcher, G.C. & Osborn, C. (2003).** *Aeromonas* spp. in seafoods. New Zealand Institute for Crop and Food Research Limited, 1-6.
- CLSI. (2014).** *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Twenty-Fourth Informational Supplement*. Clinical Laboratory Standards Institute, Wayne, USA, M100-S24, 230s.
- Diker, K.S. (1999).** *Aeromonas ve aeromonas enfeksiyonları*. In, M, Mimbay A, Leloğlu N, Aydın N, Kahraman M, Akay Ö, Ilgaz A, İzgür M, Diker KS (Eds): Özel Mikrobiyoloji. 59-62s, Medisan Yayın Serisi. No: 26, Ankara.
- Diler, Ö. & Altun, S. (1994).** Gökkuşuğu alabalıklarından (*Oncorhynchus mykiss*) hemorajik septisemi etkeni olarak izole edilen bazı *Aeromonas hydrophila* suşlarının biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *SDÜ Eğirdir Su Ürün Fak Derg*, **4**, 169-178.
- Duman, M., Saticioglu, I.B., Janda, M. & Altun, S. (2018).** The determination of the infectious status and prevalence of motile *Aeromonas* species isolated from disease cases in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and aquarium fish. *Journal of Fish Diseases*, **41**, 1843-1857. DOI: 10.1111/jfd.12896.
- Durmaz, Y. & Türk, N. (2009).** Alabalık işletmelerinden motil aeromonasların izolasyonu ve antibiyotiklere duyarlılıklarının saptanması. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. **5**(3), 357-361. DOI: 10.9775/kvfd.2008.121-A.
- Egusa, S. (1978).** *Infectious diseases of fish*. Tokyo: Kouseisha Kouseikaku, 554p.
- Korun, J. & Betül Toprak, H. (2007).** Japon (*Carassius auratus*) balıklarından izole ve identifiye edilen *Aeromonas hydrophila*, *A. caviae* ve *A. sobria*

- türlerinin antibiyotik hassasiyetleri, hemolitik aktiviteleri ve siderofor üretimleri üzerine bir çalışma. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3-5(5-8), 776-782.
- Lee, S., Kim, S., Oh, Y., & Lee, Y. (2000).** Characterization of *Aeromonas hydrophila* Isolated from Rainbow Trouts in Korea. *The Journal of Microbiology*, 38(1), 1-7.
- Levesque, C., Piche, L., Larose, C. & Roy, P.H. (1995).** PCR mapping of integrons reveals several novel combinations of resistance genes. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 39, 185-191. DOI: [10.1128/AAC.39.1.185](https://doi.org/10.1128/AAC.39.1.185).
- Mcnicol, L.A., Aziz, K.M., Huq, I., Kaper, J.B., Lockman, H.A., Remmers, E.F., Spira, W.M., Voll, M.J. & Colwell, R.R. (1980).** Isolation of drug-resistant *Aeromonas hydrophila* from aquatic environments. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 17(3), 477-483. DOI: [10.1128/AAC.17.3.477](https://doi.org/10.1128/AAC.17.3.477)
- Munro, A.L.S. (1982).** *The pathogenesis of bacterial diseases of fishes*. In, Roberts JR (Ed): Microbial Diseases of Fish. 131-151pp., Academic Pres, London.
- Noga, E.J. (1996).** *Fish disease, diagnosis and treatment*. Mosby, London. 367p.
- Onuk, E.E., Tanrıverdi Çaycı, Y., Çoban, A.Y., Çiftci, A., Balta, F., Didinen, B.I., Pekmezci, G.Z., Altun, S., Sögüt Ünlü, M. & Devenci, A. (2015).** Türkiye’de Su Kaynaklı *Aeromonas* spp. İzolatlarında Saptanan İlk *QnrS* Gen Pozitifliği. *Microbiology Bulletin*, 49(1), 114-123.
- Ozgunus, O.B., Tosun, I., Aydın F. & Kilic, A.O. (2008).** Horizontal dissemination of TEM- and SHV-typr beta-lactamase genes-carrying resistance plasmids amongst clonical isolates of *Enterobacteriaceae*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 39(4), 636-643. DOI: [10.1590/S1517-83822008000400007](https://doi.org/10.1590/S1517-83822008000400007)
- Rahim, Z., Sanyal, S.C., Aziz, K.M., Huq, M.I. & Chowdhury, A.A. (1984).** Isolation of enterotoxigenic, hemolytic, and antibiotic-resistant *Aeromonas hydrophila* strains from infected fish in Bangladesh. *Applied and Environmental Microbiology*, 48(4), 865-867.
- Saavedra, M.J., Guades-Novais, S., Alves, A., Rema, P., Tacão, M., Correia, A. & Martínez-Murcia, A.M. (2004).** Resistance to  $\beta$ -lactam antibiotics in *Aeromonas hydrophila* isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Microbiology*. 7(3), 207-211.
- Samal, S.K., Das, B.K. & Pal, B.B. (2014).** Isolation, biochemical characterization, antibiotic susceptibility study of *Aeromonas hydrophila* isolated from freshwater fish. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(12), 259-267.
- Schaperclaus, W., Kulow, H. & Schrenkenbach, K. (1992).** Infections abdominal dropsy. In Schaperclaus, W (Eds). *Fish Disease*, Vol I. Akademie-Verlag, Berlin., 401-458p.
- Southage, P. (1993).** *Disease in aquaculture*. In, Brown L (Ed): *Aquaculture for Veterinarians*. 1st ed. pp. 84-102, Pergamon Pres, New York.
- Stoskopf, M.K. (1993).** Bacterial Diseases of Goldfish, Koi, and Carp. *Fish Medicine*. Chapter 48, 473-475.
- Stratev, D. & Odeyemi, O.A. (2016).** Antimicrobial resistance of *Aeromonas hydrophila* isolated from different food sources: A mini-review. *Journal of Infection and Public Health*, 9(5), 533-544. DOI: [10.1016/j.jiph.2015.10.006](https://doi.org/10.1016/j.jiph.2015.10.006).
- Sugita, H., Nakamura, T., Tanaka, K. & Deguchi Y. (1994).** Identification of *Aeromonas* species isolated from freshwater fish with the microplate hybridization method. *Applied and Environmental Microbiology*, 60(8), 3036-3038.
- Toranzo, A.E., Combarro, P., Lemos, M.L. & Barja, J L. (1984).** Plasmid coding for transferable drug resistance in bacteria isolated from cultured rainbow trout. *Applied and Environmental Microbiology*, 48(4), 872-877.
- White, P.A, McIver, C.J. & Rawlinson, W.D. (2001).** Integrons and gene cassettes in the Enterobacteriaceae. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 45, 2658-62.
- Yavuzcan Yıldız, H., Bekcan, S., Karasu Benli, A.C. & Akan, M. (2005).** Some blood parameters in the eel (*Anguilla anguilla*) spontaneously infected with *Aeromonas hydrophila*. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 60(3), 91-92.





## Türkiye'deki Fırat nehri drenajından *Oxynoemacheilus* (Teleostei: Nemacheilidae) türlerinin COI-barkod bölgesine dayalı genetik tanımlaması ve filogenetik ilişkileri<sup>[\*]</sup>

Hande RAKICI<sup>1</sup> İsmail AKSU<sup>2</sup> Yusuf BEKTAŞ<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Rize, Türkiye.

<sup>2</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Rize, Türkiye.

<sup>3</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Rize, Türkiye

Geliş/Received: 02.08.2020

Kabul/Accepted: 14.09.2020

Atf yapmak için: Rakıcı, H., Aksu, İ. & Bektas, Y. (2020). Türkiye'deki Fırat nehri drenajından *Oxynoemacheilus* (Teleostei: Nemacheilidae) türlerinin COI-barkod bölgesine dayalı genetik tanımlaması ve filogenetik ilişkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 408-418.

How to cite: Rakıcı, H., Aksu, İ. & Bektas, Y. (2020). Genetic identification and phylogenetic relations of *Oxynoemacheilus* species (Teleostei: Nemacheilidae) from drainage of Euphrates in Turkey based on COI-barcode region. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 408-418.

<https://orcid.org/0000-0003-3124-0173>  
 <https://orcid.org/0000-0002-2104-9888>  
 <https://orcid.org/0000-0002-8367-9746>

**\*Sorumlu yazarın:**

Yusuf BEKTAŞ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Rize, Türkiye.

[yusuf.bektas.tr@gmail.com](mailto:yusuf.bektas.tr@gmail.com)

Cep telefonu : +90 (505) 456 04 23

Telefon : +90 (464) 223 40 93 / 1833

Faks : +90 464 223 40 19

**Öz:** Bu çalışmada, DNA barkodlama tekniği ile Türkiye'nin Fırat nehir havzasındaki *Oxynoemacheilus* türlerini güvenilir bir şekilde tanımlama yeteneği araştırılmıştır. *Oxynoemacheilus* genusunu temsilen 6 türe ait 167 bireyi barkodlamak için mitokondri sitokrom c oksidaz altınite I' in (COI) barkod bölgesi (627 bp) kullanıldı. Kimura 2 parametresine dayalı olarak (K2P), maksimum tür içi ve minimum türlerarası genetik mesafeleri sırasıyla % 0,59 ve % 1,62'dir. En yakın komşu türler arası mesafeler, ortalama tür içi mesafeden 7 kat daha yüksektir ve belirgin bir DNA barkod aralığı fark edilmiştir. Filogeni tabanlı DNA barkodlama başarısı testine göre komşu-birleştirme fenogramları K2P modeli kullanılarak 1000 seç-bağla replikasyonu ile üretildi ve örneklerin tümünün türlerin taksonomik durumları ile uyumlu olarak kümelendiği belirlenmiştir. MP ve ML filogenileri, Doğu ve Batı Anadolu gruplarına karşılık gelen iki klad içeren bir ortak ağaç topolojisi gösterdi. Bu çalışmanın sonuçları, COI geninin yaklaşık % 81 başarı oranıyla *Oxynoemacheilus* türlerinin belirlenmesi ve sınırlandırılması için uygun bir DNA barkod belirleyicisi olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** COI, DNA barkodlama, endemizm, taş ısran balığı, Türkiye.

## Genetic identification and phylogenetic relations of *Oxynoemacheilus* species (Teleostei: Nemacheilidae) from drainage of Euphrates in Turkey based on COI-barcode region

**\*Corresponding author's:**

Yusuf BEKTAŞ

Molecular Biology, Department of Biology Faculty of Arts and Sciences RTE University 53100 Rize, Turkey

[yusuf.bektas.tr@gmail.com](mailto:yusuf.bektas.tr@gmail.com)

Mobile telephone : +90 (505) 456 04 23

Telephone : +90 (464) 223 40 93/1833

Fax : +90 464 223 40 19

**Abstract:** The present study investigated the ability of DNA barcoding to reliably identify *Oxynoemacheilus* species in Euphrates River basin of Turkey, known as biodiversity hotspots. The barcode region (627 bp) of the mitochondrial cytochrome c oxidase I (COI) were used to barcode 167 individuals belonging to six *Oxynoemacheilus* species. Based on Kimura two-parameter (K2P), the intraspecific diversity and minimum interspecific genetic distance were 0.59% and 1.62% respectively. Nearest neighbor distance was 7-fold higher than maximum intra-specific distance on average and a distinct DNA barcoding gap was observed. According to the phylogeny-based success test neighbour-joining phenograms were generated with 1000 bootstrap replications using the K2P model and all the specimens clustered in concurrence with the taxonomic status of the species. The MP and ML phylogenies indicated a consensus tree topology containing two clades corresponding to the geographical origins: Western and Eastern Anatolia groups. The results of present study indicated that the COI gene could be a suitable DNA barcode marker for the *Oxynoemacheilus* species identification and delimitation with approximately 81% success rate.

**Keywords:** COI, DNA Barcoding, endemism, Spined loach, Turkey.

[\*] ,Bu çalışma, yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the master thesis.

## GİRİŞ

Nemacheilidae familyasına ait çöpçü veya taş kesen balığı olarak bilinen türler Asya ve adaları, Avrupa ve Kuzeydoğu Afrika'nın tatlı sularında yayılış gösteren küçük balıklardır. Nemacheilidae, yaklaşık olarak 48 genus ve 661'den fazla türe sahiptir (Nelson vd., 2016). Bu familyaya ait türler çok dar ekolojik toleransa sahiptirler. Türkiye'nin neredeyse bütün akarsularında dağılım gösteren *Oxynoemacheilus* genusu 26'sı bölgeye endemik toplam 42 tür ile büyük bir çeşitlilik sergilemektedir (Freyhof vd., 2019; Sungur vd., 2020; Turan vd., 2019)

İnsanoğlunun besin diyetindeki protein, vitamin ve mineral ihtiyacının karşılanması bakımından önemli bileşenlerden biri olan balık türlerinin tanımlanması, biyoçeşitliliğin tespiti, takibi ve gerekli ise koruma stratejilerinin geliştirilmesi gibi hayati yaklaşımlara temel oluşturur (Dayrat, 2005). Balık türlerinin teşhisi temel de morfometrik ve meristik karakterlere dayanır (Strauss & Bond, 1990). Morfolojik yaklaşımların egemen olduğu tür tayini çalışmaları, genellikle türlerin cinsiyet ve yaşam evrelerine bağlı olmaları, farklı türler arasındaki yüksek morfolojik benzerlik ve farklı türlerin benzer yaşam koşullarına maruz kaldığında fenotipik benzerlik göstermeleri gibi olası olumsuzluklar ile sınırlıdır. Zira, balıkların %40'ı gibi yüksek oranda tür düzeyinde tanımlanamadığı tahmin edilmektedir (Leonart vd., 2006). DNA metodlarının kullanımı böyle problemleri önleyebilir (Hebert & Gregory, 2005). Bu nedenle, tür tanımlama sürecini hassas, hızlı, evrensel bir zemine oturtmak için özgün DNA dizilerinin kullanıldığı moleküler yöntemler kullanılmaya başlanmıştır (Hebert vd., 2003a). Bu moleküler yöntemler arasında tür tanımlamanın hızlı ve etkili bir yolu olan DNA barkodlama tekniğine (Kress vd., 2005) konu olan mtDNA sitokrom c oksidaz 1 (COI) geninin 5' ucundaki yaklaşık 650 bp'lik kısa bir bölge tür içinde varyasyon göstermediği halde türler arasında belirgin bir ayırım sağladığı ve iki yönlü dizilemede tek bir primer çifti ile kolayca üretilebildiği için tüm hayvanlar için pratik ve standartlaştırılmış ideal bir DNA barkodu olarak nitelendirilir (Hebert vd., 2003b; Hebert & Gregory, 2005). "FISH-Barcode of Life" projesi tahmini olarak 30,000 balık türünün teşhisi ve evrensel DNA barkod veritabanını hedefleyerek 2005 yılında başlatılmıştır. Günümüze dek, bu türlerin sadece dörtte biri barkodlanmıştır. DNA barkodlama sonuçları gösteriyor ki DNA barkod bölgesi yardımıyla tür teşhisi balıklarda son derece başarılıdır ve genetik teşhis metodları ile denizel veya tatlı su balıklarının sırasıyla %93 ila %98'ini ayırabilmektedir (Ward vd., 2009). Öyleki barkod bölgesi kullanılarak dünyanın farklı coğrafik bölgelerindeki büyük nehir sistemleri (Ardura vd., 2010) ve birçok gölün balık faunası (Aquilino vd., 2011; Triantafyllidis vd., 2011) özel olarak çalışılmıştır.

Jouladeh-Roudbar vd., (2016) yapmış oldukları çalışmada, yeni bir *Nemacheilidae* türü olan *Oxynoemacheilus freyhofii* tanımladılar ve COI'ye dayalı K2P ile % 4,5 ile *O. argyrogramma*'dan ve % 12,9 ile *O. bergianus*'dan ayrıldığını gösterdiler. Sayyadzadeh vd. (2016) yapmış oldukları çalışmada, İran Sirvan Nehri drenajı yan kollarından yeni tür *Oxynoemacheilus parvinae*'nin en yakın türlerden (*O. bergianus* ve *O. longipinnis*) mtDNA COI barkod bölgesindeki iki yerleşik nükleotit baz değişimi ve en yakın komşusu *O. longipinnis* ile % 1,4'lük ile K2P mesafesi ile teşhis edilmiştir. COI barkod bölgesine dayalı olarak yeniden yapılandırılmış maksimum olasılık ve Bayesian filogenisi, dizilenmiş Nemacheilid balıkları % 1,4 (*O. parvinae* - *O. longipinnis*) ile % 16,3 (*O. longipinnis* - *O. merga*) arasında K2P dizisi ayrışması sergileyen monofiletik bir klada yerleştirmiştir. Freyhof ve Geiger (2017) yapmış oldukları çalışmada, Dicle Nehri'nin bir kolu olan Küçük Zab Nehri drenajından yeni bir tür olarak *Oxynoemacheilus zarzianus* tanımladılar. Fırat ve Dicle drenajındaki *Oxynoemacheilus* tür çeşitliliği olağanüstü yüksek olduğu ve günümüzde tüm Fırat ve Dicle drenajlarından 22, sadece Dicle drenajından 15 tür bilindiğini rapor ettiler. Turan, vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada, bir moleküler marker (COI), 25 morfometrik ve dört meristik karakterin analizi ile Karadeniz havzasındaki diğer türler olan *O. banarescui*, *O. samanticus* ve *O. angorae* 'den ayrılan Doğu Karadeniz havzasındaki Çoruh Drenajından yeni bir tür olarak *Oxynoemacheilus cemali* 'yi tanımladılar. *Oxynoemacheilus cemali*, Karadeniz havzasının dışında da dağılım gösteren yakın ilişkili diğer türler *O. araxensis* ve *O. cyri* 'den COI barkod bölgesindeki sırasıyla 15 ve 31 tanısal nükleotit baz farklılığı ile ayırt edilebildiğini bildirmiştir. Moleküler veriler, *Oxynoemacheilus cilicicus*'un mtDNA COI barkod bölgesinde *O. panthera*'dan 22 değişken nükleotid değişimi ve minimum % 4.09'lik K2P mesafesi ile ayrıldığını göstermektedir (Kaya vd., 2020).

Fırat drenajındaki *Oxynoemacheilus*'un tür çeşitliliği sadece Erk'akan vd. (2007), Erk'akan vd. (2008) ve Fırat drenajından sekiz türü tanımlayan Freyhof ve Özuluğ (2017) (*O. araxensis*, *O. argyrogramma*, *O. bergianus*, *O. erdali*, *O. euphraticus*, *O. kaynakı*, *O. paucilepis* ve *O. samanticus*) tarafından çalışılmıştır. Bu türlerden ikisi (*O. bergianus* ve *O. euphraticus*) Dicle faunası ile paylaşılmaktadır. COI sekanslarına dayalı olarak Fırat nehrinde bulunan *Oxynoemacheilus* genusu geniş dağılıma sahip az sayıda tür ile temsil edildiğini, Fırat türlerinin monofilik bir grup oluşturmadığını belirlediler ve Fırat nehir havzasındaki Muş (*Oxynoemacheilus arsaniasus*) ve Murat nehirlerinden (*Oxynoemacheilus mueftii*) iki yeni tür tanımladılar. Fırat'a endemik olan *O.*

kaynaki; Van Gölü havzasına endemik olan *O. ercisianus* ve Hazar Gölü için endemik olan *O. hazarensis*'in yanısıra Fırat drenajından ilk defa *O. tigris*'i bildirdiler. Fırat nehrindeki *Oxynoemacheilus* populasyonları üzerine yapılmış olan eş zamanlı moleküler teşhis ve taksonomi çalışmasına rağmen hala bazı *Oxynoemacheilus* populasyonları tanımlanmamıştır. Bu çalışma ile Türkiye'nin Fırat nehir havzasındaki çalışılmayan *Oxynoemacheilus* populasyonlarının genetik teşhisi, mitokondri DNA COI dizilerine dayalı olarak DNA barkodlarının oluşturulması ve *Oxynoemacheilus* türlerinin filogenetik ilişkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

**Örnekleme:** *Oxynoemacheilus* genusundan altı türe ait örnekler, ülkemizde Fırat nehri ve kollarından biyolojik ve ekolojik özellikleri dikkate alınarak her bir türü temsil edecek sayıda olacak şekilde yeterli sayıda *Oxynoemacheilus* bireyi elektroşoker cihazı kullanılarak Anadolu'nun doğusunda yer alan Erzurum, Ağrı, Malatya, Muş, Sivas, Gaziantep ve Adıyaman illerini kapsayacak şekilde toplamda 14 farklı lokasyondan toplandı (Şekil 1).



Şekil 1. Örnekleme alanını ve konumları gösteren harita.  
Figure 1. Map showing sampling area and locations.

Arazi çalışmaları kapsamında toplamda 167 birey örneklendi. Her bir *Oxynoemacheilus* türüne ait birey sayıları, lokasyonların isimleri ve koordinatları Tablo 1 'de verilmiştir. Örneklenen bireyler tür tayin anahtarına göre teşhis edilerek fotoğrafları çekilip etiketlendi. Her bir *Oxynoemacheilus* bireyinden 25-50 mg yüzgeç dokusu alınarak % 96'lık etil alkolde fikse edildi ve çalışmanın yapılacağı Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Genetik Laboratuvarına transfer edildi.

### Total DNA Eldesi, PZR ve DNA Dizini Analizi:

*Oxynoemacheilus* örneklerinin 25 mg yüzgeç dokusundan total DNA eldesi, DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen, Hilden, Germany) protokolüne göre yapıldı. İzole edilen DNA kısa süreli muhafaza için 2-8 °C'de, uzun süreli muhafaza için ise -20 °C'de saklandı. Elde DNA'lardan mitokondriyal DNA'ya ait sitokrom oksidaz alt ünite I geninin barkod (mtDNA COI-Barkod) bölgesinin kopyalanması için Polimeraz Zincir Reaksiyonunda gerekli kimyasallar ve konsantrasyonları Tablo 2 'de

verilmiştir. MtDNA COI-Barkod geni için FishF1: 5'-TCAACCAACCACAAAGACATTGGCAC-3' ve FishR1: 5'-TAGACTTC TGGGTGGCCAAAGAATCA-3' (Ward vd., 2005) primerlerinin kullanılarak T100™ PCR Gradient Thermal Cycler (Bio-Rad, Hercules, USA) cihazında Polimeraz zincir reaksiyonu gerçekleştirildi. PZR döngüsü ilk zincir ayrılması için 94 °C'de 4 dakika, 35 döngü şeklinde zincir ayrılması 94 °C'de 30 saniye, primer bağlanması için 61 °C'de 30 saniye, zincir uzaması için 72 °C'de 1 dakika ve 1 döngü ve 72'de 1 dakika son zincir uzaması şeklinde gerçekleştirildi.

**Tablo 1.** *Oxynoemacheilus* genusuna ait türlerin toplandığı istasyonlar, koordinatları ve örnek sayıları (N).

**Table 1.** Locations, coordinates and sample numbers (N) for sampling of species belonging to the genus *Oxynoemacheilus*.

	Türler ve Lokasyonlar	Koordinatlar	N
<b><i>Oxynoemacheilus araxensis</i></b>			
1	Ağarcık Çayı, Ilıca, Erzurum	39°55'28,7"K 41°07'17,1"D	10
2	Baş Çayı, Çay Köyü, Aşkale, Erzurum	39°56'45,0"K 40°48'03,0"D	10
<b><i>Oxynoemacheilus bergianus</i></b>			
1	Ağarcık Çayı, Ilıca, Erzurum	39°55'28,7"K 41°07'17,1"D	4
2	Baş Çayı, Çay Köyü, Aşkale, Erzurum	39°56'45,0"K 40°48'03,0"D	4
3	Murat Nehri, Ballıbostan Köyü, Ağrı	39°40'46,8"K 43°11'34,2"D	5
6	Kangal Çayı, Mürsel Köyü, Sivas	39°16'02,0"K 37°28'29,3"D	5
9	Söğütlüçay Deresi, Malatya	38°45'58,8"K 38°28'32,9"D	5
10	Göksu Çayı, Aktoprak Köyü, Adıyaman	37°50'21,4"K 37°40'35,8"D	11
<b><i>Oxynoemacheilus euphraticus</i></b>			
4	Murat Nehri, Akkonak Köyü, Varto, Muş	39°04'26,9"K 41°31'10,5"D	5
5	Karasu Çayı, Hasköy, Muş	38°41'34,1"K 41°42'51,3"D	5
6	Kangal Çayı, Mürsel Köyü, Sivas	39°16'02,0"K 37°28'29,3"D	7
8	Sultansuyu Çayı, Kuşdoğan Köyü, Malatya	38°20'49,9"K 38°04'25,5"D	5
10	Göksu Çayı, Aktoprak Köyü, Adıyaman	37°50'21,4"K 37°40'35,8"D	5
11	Kahta Çayı, Kocahisar Köyü, Adıyaman	37°57'48,9"K 38°39'44,7"D	5
<b><i>Oxynoemacheilus paucilepis</i></b>			
7	Bahklitohma Çayı, Kocakurt Köyü, Sivas	39°08'39,8"K 37°15'27,2"D	20
<b><i>Oxynoemacheilus kaynakı</i></b>			
4	Murat Nehri, Akkonak Köyü, Varto, Muş	39°04'26,9"K 41°31'10,5"D	15
6	Kangal Çayı, Mürsel Köyü, Sivas	39°16'02,0"K 37°28'29,3"D	6
8	Sultansuyu Çayı, Kuşdoğan Köyü, Malatya	38°20'49,9"K 38°04'25,5"D	8
10	Göksu Çayı, Aktoprak Köyü, Adıyaman	37°50'21,4"K 37°40'35,8"D	14
<b><i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i></b>			
12	Karasu Çayı, Araban, Gaziantep	37°24'23,6"K 37°41'12,9"D	8
13	Merziman deresi, Yavuzeli, Gaziantep	37°19'40,5"K 37°40'04,2"D	5
14	Nizip Çayı, Kaleköy, Gaziantep	36°56'56,9"K 37°50'22,2"D	5
<b>Toplam</b>			<b>167</b>

Total DNA ve PZR ürünlerinin varlığı ve büyüklüğünün tespiti için % 0,8 ve 1,2'lik etidyum bromür ile boyanmış 1X TAE-Agaroz karışımı hazırlandı. 1X TAE tamponunu içeren elektroforez kuvvetinde 100 voltta 15

dakika elektrik alana maruz bırakıldı. Örneklerin yürütüldüğü agaroz jelin görüntülenmesi işlemi Quantum-Capt ST4 sistem (Vilber Lourmat, France)'deki ultraviyole transillüminatör cihazında gerçekleştirildi. Total DNA ve PZR ürünlerinin konsantrasyonu, saflığı ve kalitesi Nanodrop 2000C model spektrofotometre (Thermo Fisher Scientific, Wilmington, DE, USA) cihazında belirlendi. Bütün işlemler tamamlandıktan sonra istenilen konsantrasyon ve büyüklükte olduğu tespit edilen PZR ürünleri DNA dizin analizi işlemine kadar -20 °C de muhafaza edildi. *Oxynoemacheilus* türlerine ait mtDNA COI-Barkod geninden kopyalanan PZR ürünlerinin dizin analizleri BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Applied Biosystem) kullanarak ABI PRISM 3730x1 Genetic Analyser (Applied Biosystem, USA) ile MacroGen Inc. (Amsterdam, Hollanda)'de gerçekleştirildi.

**Tablo 2.** Polimeraz zincir reaksiyonunda (PZR) kullanılan kimyasallar ve miktarları.

**Table 2.** Chemicals used in polymerase chain reaction (PCR) and their quantities.

Kimyasallar	Konsantrasyon	COI-Barkod
10X PZR tamponu		5µl
dNTP karışımı	10 mM	6µl
MgCl <sub>2</sub>	25 mM	5µl
Primerler*	10 pmol	1µl+1µl
Taq DNA polimeraz	5 U/µl	0.2µl
Total DNA	50 (ng/ml)	3µl
ddH <sub>2</sub> O		28,8µl
<b>Toplam</b>		<b>50µl</b>

**Barkodlama Aralığı ve Tür Sınırlaması:** Bu çalışmada, COI veri setine dayalı olarak Fırat nehir havzasındaki *Oxynoemacheilus* türlerinin doğru tanımlanması yani COI'nin barkodlama etkinliğini test etmek için mesafeye dayalı yöntemlerden R (R Development Core Team 2012) programı altında DNA barkodlama paketi Spider v. 1.1-5 (Brown vd., 2012)'a özgü "threshID" işlevi kullanılmıştır. Dizin benzerliği yöntemi, TaxonDNA/Species Identifier 1.8 programı ile barkod bölgesinin tür tanımlama potansiyeli "En İyi Eşleşme" (BCM) testleri (Meier vd., 2006) ile belirlenen doğru kimliklerin yüzdesi hesaplanarak değerlendirildi. En uygun eşik değerini seçmek için bir eşik değeri aralığı (% 0,1'lik artışlarla %0,1-4) için yanlış-pozitif ve yanlış-negatif hataları en aza indiren eşik optimizasyon prosedürü kullanılmıştır. Filogeni tabanlı DNA barkodlama ve tür sınırlandırılması için, COI barkod bölgesinin NJ ağaçları Kimura 2-parameter (K2P) mesafe modeline göre 1000 Seç-bağla (Bootstrap) testi MEGA X'de morfolojik olarak da ayırt edilebilen 6 *Oxynoemacheilus* türü için genetik mesafeler kullanılarak oluşturuldu. NJ filogramında, tür monofili testi monofiletik türlerin doğru tanımlandığı kabul edilmesi şeklinde gerçekleştirildi. Hebert vd., (2004) "barkod boşluğunu" ortalama intraspesifik genetik mesafeden en az 10 kat daha büyük ortalama özel bir mesafenin varlığı olarak tanımlamıştır. Bu nedenle, bu

çalışmada barkod aralığı analizinde K2P modelleri türleri sınırlandırmak için de kullanılmıştır.

**Dizi Hizalama ve Filogenetik Analiz:** MtDNA COI-Barkod geni dizin analizi sonucunda elde edilen ham verileri filogenetik analizlerde kullanılmak üzere uygun hale getirmek için Bioedit versiyon 7.0.0 (Hall, 1999) programı kullanıldı. Haplotiplerin sayısı, haplotip çeşitlilik ve nükleotit çeşitlilik değerlerinin belirlenmesi işlemleri DnaSP v5 (Librado & Rozas, 2009) programı yardımıyla gerçekleştirildi. Haplotipler arasındaki filogenetik ilişkiler, tür içi ve türler arası genetik varyasyon ve polimorfizmin tüm ölçümleri MEGA versiyon X (Kumar vd., 2018) tarafından hesaplandı. Yaşam Barkodu Konsorsiyumu (CBOL) tarafından genetik mesafenin hesaplanması için önerilen Kimura-2 parametresi modeli (Kimura, 1980; Shen vd., 2016) kullanılarak *Oxynoemacheilus* türleri içindeki ve türler arasındaki genetik mesafe hesaplandı. En uygun evrimsel metodun tespitinin yapılabilmesi için Akaike Bilgi Kriteri (AIC) jModeltest 0.1.1 (Posada, 2008) programı yardımıyla belirlendi. Program tarafından seçilen en uygun baz değişim modeli (TIM1+G) ile maksimum olasılık (ML: Maximum Likelihood) metoduna göre oluşturulan filogenetik ağaçlar 1000 Seç-bağla (Bootstrap) testi ile analizlenmiştir. Komşu katılım (NJ: Neighbour-Joining) metoduna göre inşa edilen filogenetik ağaçlar Kimura 2-parameter (K2P) mesafe modeline göre 1000 Seç-bağla (Bootstrap) testi ile analizlenmiştir. Maksimum tutumluluk (MP: Maximum Parsimony) analizleri buluşsal metoda göre 10 rasgele ilave kopya, TBR (Tree-bisection-reconnection) yöntemi ve 100 tekrarlı seç-bağla testi ile analizlenmiştir. Tüm filogenetik analizler için *Seminemacheilus lendlii* (GenBank erişim numarası: KP163989) ve *Barbatula barbatula* (GenBank erişim numarası: MF172074) dış grup olarak kullanılmıştır.

## BULGULAR

**Genetik Çeşitlilik:** *Oxynoemacheilus* türlerine ait mtDNA COI-Barkod geninin 627 bp'lik dizin analizi, Anadolu'da Fırat nehrinde dağılım gösteren ve toplam 14 farklı lokasyondan örneklenen 167 birey için gerçekleştirildi (Tablo 1). Barkod bölgesindeki nükleotitlerin yüzde frekanslarının T (29,4), C (27,9), A (21,9) ve G (20,8) olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan türler için COI-Barkod nükleotit dizisinin 495'inin korunmuş (% 78,9), 132'sinin değişken (% 21,1) ve 96'sının (% 15,3) parsimonik bilgi verici olduğu ve polimorfik nükleotit pozisyonları için transisyon/transversiyon oranınının 3,96 olduğu belirlenmiştir. Mitokondri COI-Barkod geni dizinleri arasında yapılan haplotip analizi sonucu *O. euphraticus* için 1, *O. argyrogramma* için 2, *O. kaynakı* için 4, *O. araxensis* için 1, *O. paucilepis* için 1 ve *O.*

*bergianus* için 3 olmak üzere toplamda 12 adet haplotip (Tablo 3) belirlenmiştir. *Oxynoemacheilus* genusunun Fırat nehrinde dağılım gösteren türleriyle genetik çeşitlilik yönünden yapılan analizlerde *O. euphraticus*, *O. araxensis* ve *O. paucilepis* düşük haplotip ve nükleotid çeşitlilik göstermiştir (Hd= 0,000 ve Pi= 0,000; Tablo 3). En yüksek haplotip çeşitlilik *O. kaynakı* (Hd= 0,735)'de görülürken, nükleotid çeşitliliğin en yüksek *O. bergianus* (Pi= 0,005) türünde olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** *Oxynoemacheilus* genusuna ait türlerin örnek sayıları (N), haplotip kodları (H), haplotip sayıları (Hs), haplotip çeşitlilik (Hd) ve nükleotid çeşitlilik (Pi) değerleri.

Türler ve Lokasyonlar	N	H	Hs	Hd	Pi
<b><i>Oxynoemacheilus euphraticus</i></b>					
Kangal Çayı, Mürsel Köyü, Sivas	7	H1			
Sultansuyu Çayı, Kuşdoğan Köyü, Malatya	5	H1			
Murat Nehri, Akkonak Köyü, Varto, Muş	5	H1			
Karasu Çayı, Hasköy, Muş	5	H1			
Göksu Çayı, Aktoprak Köyü, Adıyaman	5	H1			
Kahta Çayı, Kocahisar Köyü, Adıyaman	5	H1			
	32		1	0,000	0,000
<b><i>Oxynoemacheilus argyrogramma</i></b>					
Merzimen deresi, Yavuzeli, Gaziantep	5	H2			
Nizip Çayı, Kaleköy, Gaziantep	5	H3			
Karasu Çayı, Araban, Gaziantep	8	H3			
	18		2	0,425	0,001
<b><i>Oxynoemacheilus kaynakı</i></b>					
Sultansuyu Çayı, Kuşdoğan Köyü, Malatya	8	H4			
Kangal Çayı, Mürsel Köyü, Sivas	6	H5			
Göksu Çayı, Aktoprak Köyü, Adıyaman	14	H6			
Murat Nehri, Akkonak Köyü, Varto, Muş	15	H7			
	43		4	0,735	0,004
<b><i>Oxynoemacheilus araxensis</i></b>					
Baş Çayı, Çay Köyü, Aşkale, Erzurum	10	H8			
Ağarcık Çayı, Ilıca, Erzurum	10	H8			
	20		1	0,000	0,000
<b><i>Oxynoemacheilus paucilepis</i></b>					
Bahkilitohma Çayı, Kocakurt Köyü, Sivas	20	H9	1	0,000	0,000
<b><i>Oxynoemacheilus bergianus</i></b>					
Baş Çayı, Çay Köyü, Aşkale, Erzurum	4	H10			
Ağarcık Çayı, Ilıca, Erzurum	4	H10			
Murat Nehri, Ballıbostan Köyü, Ağrı	5	H11			
Söğütluçay Deresi, Malatya	5	H11			
Göksu Çayı, Aktoprak Köyü, Adıyaman	11	H12			
Kangal Çayı, Mürsel Köyü, Sivas	5	H12			
	34		3	0,656	0,005

**Tablo 4.** *Oxynoemacheilus* genusuna ait tür içi ve türler arasındaki ikili dizin farklılığı değerleri.

**Table 4.** Pairwise genetic distances values for intra-inter species of the *Oxynoemacheilus* genus.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1 <i>O. euphraticus</i>	0,000																									
2 <i>O. kentrutensis</i>	0,032	0,000																								
3 <i>O. argyrogramma</i>	0,037	0,045	0,000																							
4 <i>O. araxensis</i>	0,067	0,071	0,081	0,000																						
5 <i>O. hazarensis</i>	0,068	0,070	0,072	0,082	0,001																					
6 <i>O. cyri</i>	0,071	0,082	0,082	0,044	0,090	0,000																				
7 <i>O. kaynakı</i>	0,071	0,077	0,072	0,092	0,049	0,084	0,004																			
8 <i>O. cemali</i>	0,074	0,075	0,080	0,030	0,087	0,055	0,086	0,001																		
9 <i>O. ceyhanensis</i>	0,078	0,097	0,099	0,086	0,077	0,095	0,076	0,091	0,000																	
10 <i>O. ercisiensis</i>	0,078	0,086	0,083	0,101	0,059	0,091	0,020	0,094	0,088	0,001																
11 <i>O. seyhanensis</i>	0,096	0,105	0,110	0,087	0,110	0,082	0,116	0,096	0,117	0,120	0,001															
12 <i>O. cinicus</i>	0,097	0,103	0,105	0,089	0,102	0,091	0,096	0,098	0,107	0,102	0,071	0,003														
13 <i>O. anatolicus</i>	0,097	0,095	0,109	0,084	0,110	0,090	0,100	0,097	0,111	0,106	0,060	0,018	0,001													
14 <i>O. mediterraneus</i>	0,098	0,104	0,102	0,091	0,109	0,097	0,098	0,104	0,120	0,106	0,064	0,033	0,035	0,000												
15 <i>O. paucilepis</i>	0,101	0,093	0,103	0,091	0,112	0,102	0,109	0,092	0,108	0,116	0,103	0,114	0,107	0,106	0,000											
16 <i>O. evreni</i>	0,104	0,113	0,100	0,094	0,106	0,093	0,101	0,083	0,109	0,114	0,075	0,087	0,085	0,088	0,103	0,001										
17 <i>O. eregliensis</i>	0,107	0,103	0,106	0,092	0,107	0,100	0,116	0,092	0,128	0,127	0,088	0,085	0,077	0,085	0,125	0,086	0,000									
18 <i>O. atili</i>	0,107	0,108	0,102	0,098	0,114	0,104	0,118	0,102	0,137	0,133	0,081	0,089	0,077	0,082	0,123	0,086	0,016	0,000								
19 <i>O. hamvii</i>	0,110	0,117	0,122	0,105	0,117	0,102	0,119	0,110	0,131	0,123	0,078	0,093	0,087	0,087	0,127	0,057	0,107	0,092	0,002							
20 <i>O. simavicus</i>	0,112	0,114	0,121	0,106	0,118	0,089	0,119	0,115	0,115	0,123	0,059	0,082	0,080	0,083	0,118	0,094	0,100	0,110	0,100	0,000						
21 <i>O. phoxinoides</i>	0,116	0,115	0,108	0,093	0,113	0,093	0,108	0,102	0,111	0,116	0,065	0,040	0,044	0,034	0,117	0,085	0,078	0,077	0,084	0,089	0,005					
22 <i>O. samanticus</i>	0,118	0,118	0,119	0,108	0,116	0,091	0,119	0,117	0,123	0,120	0,056	0,083	0,076	0,075	0,112	0,077	0,097	0,099	0,093	0,034	0,075	0,000				
23 <i>O. seyhanicola</i>	0,119	0,127	0,123	0,102	0,125	0,098	0,118	0,106	0,126	0,123	0,075	0,101	0,099	0,086	0,117	0,049	0,104	0,097	0,060	0,101	0,087	0,086	0,004			
24 <i>O. banarescui</i>	0,119	0,119	0,119	0,113	0,117	0,099	0,118	0,120	0,112	0,126	0,058	0,084	0,077	0,076	0,117	0,080	0,097	0,103	0,097	0,031	0,075	0,025	0,092	0,001		
25 <i>O. bergianus</i>	0,128	0,124	0,130	0,116	0,126	0,104	0,127	0,128	0,125	0,131	0,066	0,094	0,088	0,087	0,111	0,088	0,108	0,111	0,098	0,043	0,082	0,024	0,091	0,032	0,005	

Fırat nehrinde dağılım gösteren altı *Oxynoemacheilus* türü arasındaki COI-barkod geni haplotipleri ikili dizi farklılığına bakıldığında türler arası genetik mesafenin en düşük %3,7 ile *O. euphraticus* ve *O. argyrogramma* arasında ve en yüksek ise % 13,1 ile *O. argyrogramma* ve *O. bergianus* arasında olmak üzere geniş bir değer aralığında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4). Diğer bir taraftan *Oxynoemacheilus* genusuna ait tür içi ikili dizin farklılığı değerleri ise en düşük % 0,0 (*O. euphraticus*, *O. araxensis* ve *O. paucilepis*) ile en yüksek % 0,5 (*O. bergianus*) değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 4).

Mitokondri DNA COI-Barkod genine ait ayırt edici türe özgü nükleotid pozisyonlarının sayısı *O. euphraticus* için 1, *O. argyrogramma* için 6, *O. kaynakı* için 10, *O. araxensis* için 3, *O. paucilepis* için 2 ve *O. bergianus* için 21 tane olarak belirlenmiştir (Tablo 5)

### Barkodlama Aralığı ve Tür Sınırlaması

Mitokondri COI veri setine dayalı olarak Fırat nehir havzasındaki *Oxynoemacheilus* türlerinin doğru tanımlanması amacıyla R (R Development Core Team 2012) programı altında DNA barkodlama paketi Spider v. 1.1-5 (Brown vd., 2012)'a özgü "threshID" işlevi kullanılarak mitokondri kısmi COI geni dizisine dayalı olarak gerçekleştirilen barkod aralığı analizinde, en yüksek tür içi genetik varyasyon değeri (%0,59: *O. phoxinoides*) ile en düşük türlerarası genetik mesafe (%1,62: *O. atili* ve *O. eregliensis*) arasında bir barkodlama boşluğu bulunduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, tür içi ve türlerarası mesafeler arasında örtüşme yoktur (Şekil 2).



örtüşme bulundu (*O. cinicus-O. mesudae-O. germencicus*, *O. seyhanensis-O. kosswigi* ve *O. phoxinoides-O. angorae*). Bu nedenle, *Oxynoemacheilus* veri seti BCM testinin sonuçlarına dayanarak yirmi altı gruba indirgenmiştir (Şekil 3). Filogenetik tabanlı barkodlama başarısı analizinde ise Fırat Nehri havzasındaki 6 balık türünden oluşan dizi kütüphanemizde, aynı türün tüm dizi haplotipleri üç komşu birleştirme analizi ile oluşturulan ağaçta da yüksek güvenilirlik destekli ağaç topolojileri oluşturdu (Şekil 3).

**Filogenetik Analizler:** Anadolu'da dağılım gösteren türlerden Genbank veritabanında COI verileri bulunanlara ait haplotipler ile birlikte Anadolu'da Fırat nehrinde dağılım gösteren *Oxynoemacheilus* popülasyonlarına ait mtDNA COI-Barkod haplotiplerinin neighbour joining (NJ), maksimum tutumluluk (MP) ve maksimum olasılık (ML) metotları kullanılarak gerçekleştirilen filogenetik analizlerinden elde edilen filogenetik ağaç topolojileri hemen hemen birbirinin aynı olup önceden tanımlanmış *Oxynoemacheilus* türlerine karşılık gelen 26 grubun varlığını gösterecek şekilde yüksek güvenilirlik değerleri (NJ: 88-100, MP:78-100, ML:70-100; Şekil 3) ile desteklenmiştir.

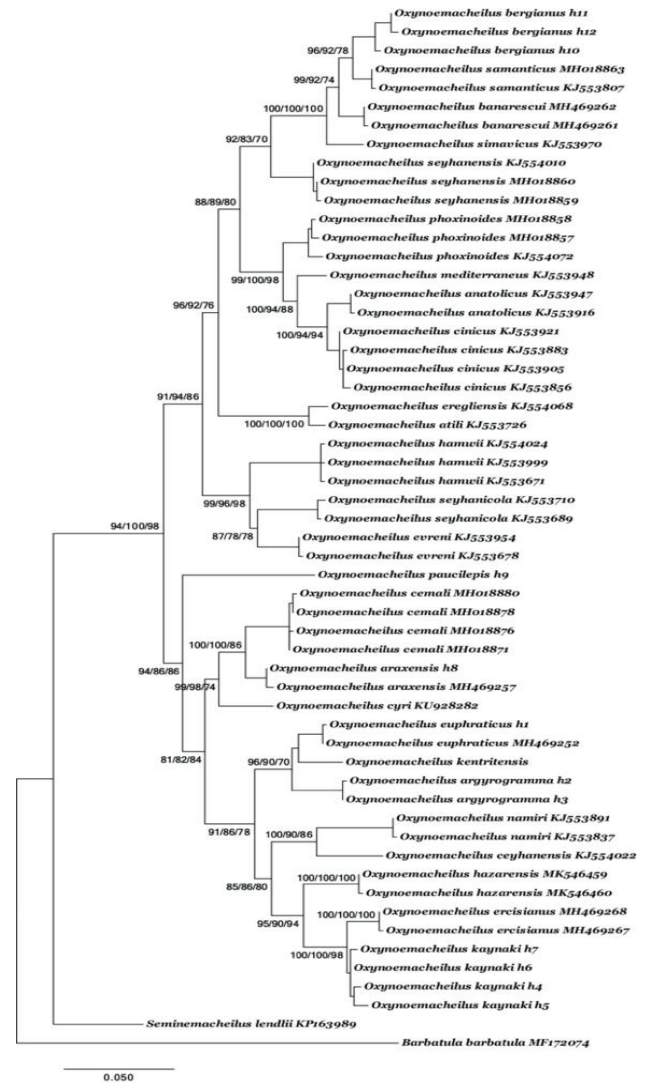
## SONUÇ VE TARTIŞMA

**Genetik Çeşitlilik:** Fırat havzasındaki nehir sistemlerinden örneklenen *Oxynoemacheilus* bireylerinin tümü, 627 bp'lik mitokondri COI barkod dizisine dayalı analizler ile morfolojik olarak gruplandırıldıkları taksonlar içinde tanımlanmıştır. Belirlenen 12 adet haplotip'in herbirinin sadece 1 *Oxynoemacheilus* türünde temsil edildiği belirlenmiştir ki bu durum nehir sisteminde henüz yeni dağılım gösterdiklerine işaret etmektedir (Tablo 3).

*Oxynoemacheilus paucilepis*, *Oxynoemacheilus araxensis*, *Oxynoemacheilus euphraticus* ve *Oxynoemacheilus argyrogramma* türleri için belirlenen haplotip sayısının az oluşu (1 veya 2), genellikle düşük düzey haplotip ( $h=0,000-0,425$ ; Tablo 3) ve düşük nükleotit sayıları ( $\pi=0,000-0,005$ ; Tablo 3) gösterirken hemen hemen aynı *Oxynoemacheilus bergianus*'un nispeten daha yüksek haplotip ( $h=$  lokalitelerde dağılım gösteren *Oxynoemacheilus kaynakı* ve  $0,656-0,735$ ; Tablo 3) ve fakat düşük nükleotit sayılarına ( $\pi=0,004-0,005$ ; Tablo 3) sahip olması bu türlerin kendilerine özgü daha yüksek sayıda mutasyon biriktirecek kadar uzun bir zamandır bu bölgede olduklarını akla getirmektedir. Zira, balıklarda düşük haplotip ve nükleotit sayılarının yakın zamandaki popülasyon darboğazını veya tek başına veya birkaç mtDNA soyu ile kurucu etkisi (Grant & Bowen, 1998), yüksek haplotip ve nükleotit sayılarının ise popülasyon darboğazını takiben hızlı nüfus artışı ve mutasyonların birikmesi (Avise vd., 1984; Grant &

Bowen, 1998; Rogers & Harpending, 1992) fenomenini işaret ettiğini ileri sürmüşlerdir. Bu bilgilere dayanarak *Oxynoemacheilus kaynakı* ve *Oxynoemacheilus bergianus* türlerinin bölgeye öncelikli girişlerini takiben hızlı bir nüfus artışı ve buna bağlı mutasyon birikimine henüz yeni başlamış olduğu söylenebilir.

Araştırma alanında dağılım gösteren *Oxynoemacheilus* türleri arasındaki genetik mesafe aralığına bakıldığında (%3,7-13,1; Tablo 4), Sayyahzadeh vd., (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Orta Doğu'daki Nemacheilid balıklarda *Oxynoemacheilus* genusu için belirlenen türler arası genetik mesafeler aralığı (%1,4-16,3; Tablo 4) ile uyumlu olduğu görülmektedir.



**Şekil 3.** *Oxynoemacheilus* türlerine ait mtDNA COI-Barkod dizilerinden belirlenen haplotiplerin ML metodu yardımıyla oluşturulan filogenetik ağacı. NJ, MP ve ML metotları benzer topolojiler vermiştir ve bu nedenle sadece olasılık ağacı gösterilmiştir. NJ, MP ve ML seç bağla testi değerleri yakın dallarda gösterilmiştir.

**Figure 3.** Maximum likelihood (ML) phylogenetic tree of *Oxynoemacheilus* species based on the COI-barcode gene haplotypes. NJ, MP and ML methods yielded identical topologies and so only the likelihood tree is shown. NJ, MP and ML bootstrap values are indicated near branches.

Türlerin tanımlanması, DNA dizisindeki türe özgü genetik polimorfizmlerin tespitine dayandırıldığı (Liu & Cordes, 2004) için mitokondri DNA COI-Barkod genine ait ayırt edici türe özgü nükleotit pozisyonlarının sayısının *O. euphraticus*, *O. argyrogramma*, *O. kaynaki*, *O. araxensis*, *O. paucilepis* ve *O. bergianus* (Tablo 5) için tür düzeyinde genetik tanımlama için yeterli olduğu söylenebilir.

**Barkodlama Başarısı:** Özellikle balık türlerinin tanımlanmasında etiket olarak COI genini kullanan DNA barkodlama son zamanlarda dikkat çekmektedir (Knebelberger vd., 2014; McCusker vd., 2013). Barkod geni olarak COI'nin seçilmesinin ana nedenlerinden biri, tür içi ve türlerarası genetik mesafeler arasındaki örtüşmeme belirgin bir farklılıkla ifade edilen ve sayısız tür için gözlemlenen tipik bir çeşitlilik modeli olmasıdır (Hebert vd., 2003a, b). K2P'ye dayanan tür içi genetik mesafeler genellikle düşüktür (% 1'in altındadır) ve balıklar dahil (Ward, 2012) geniş bir taksona boyunca nadiren % 2'den fazladır (Hebert vd., 2003a, b). Gerçekleştirilen bu çalışmada belirlenen ve incelenen 6 türde de K2P tür için genetik mesafenin % 0,59'i aşmadığını dolayısıyla 1'den fazla lokaliteden örneklenen *Oxynoemacheilus euphraticus*, *Oxynoemacheilus argyrogramma*, *Oxynoemacheilus kaynaki*, *Oxynoemacheilus araxensis* ve *Oxynoemacheilus bergianus*'un tek bir lokaliteden örneklenen *Oxynoemacheilus paucilepis*'dekine oranla genetik değişikliklerinde önemli bir artış olmadığını gösterildi.

Freyhof ve Özuluğ (2017), Fırat nehir drenajındaki 8 tür (*O. araxensis*, *O. argyrogramma*, *O. bergianus*, *O. erdali*, *O. euphraticus*, *O. kaynaki*, *O. paucilepis*, and *O. samanticus*) tanımlamış olmasına rağmen Freyhof vd., (2019) *O. erdali* ve *O. bergianus*'in sinonimi olarak kabul ederken *O. samanticus* Fırat ve Kızılırmak nehirlerinin sınırına çok yakın bir bölgede tespit edilmiştir. Bu çalışmada *O. erdali*'nin sinonimizasyonunu desteklemektedir ve fakat *O. samanticus* örneklenemediğinden verisetimize eklenememiştir.

Barkodlama çalışmalarında ortalama intraspesifik varyasyon ve ortalama interspesifik genetik mesafelerin karşılaştırılması genellikle türleri sınırlandırmak için kullanılır. *Oxynoemacheilus* türünün COI veri setine dayalı ortalama türlerarası ve tür içi ortalama genetik varyasyon düzeyi arasındaki yaklaşık 7 katlık fark (Şekil 2), Hebert vd., (2004) tarafından önerilen ortalama türlerarası ve tür içi ayrılma arasındaki en az 10 katlık farklılık eşik değerden daha düşük olsa bile bu çalışmada elde edilen mtDNA COI sekansları itibarıyla türlerarası genetik mesafe ve tür içi genetik varyasyon aralığının üst üste binmediği görülmüştür (Şekil 2). Ancak, en büyük tür içi genetik çeşitlilik değeri ve en küçük türler arası genetik

mesafelerin kullanılmasının yerine ortalama çeşitlilik ve mesafe değerlerin kullanılması "barkod boşluğu" boyutunu arttırmakta ve yanlış tanımlamaya da yol açabilmektedir (Meier vd., 2008). Bundan dolayı, barkodlama aralığını doğru saptamak için en iyi yaklaşım, en yüksek tür içi genetik mesafeler ve en düşük türler arası mesafe arasında örtüşmeyi tespit etmektir (Meier vd., 2008). Bu çalışmada, Fırat nehir havzasındaki 6 *Oxynoemacheilus* türünün hiçbirinde böyle bir örtüşme saptamadığımız gibi COI'ye dayalı barkod bölgesi itibarıyla K2P için %0,59 (*O. phoxinoides*) ile % 1,59 (*O. atili* ve *O. eregliensis*) arasında belirgin bir barkod aralığı olduğu gösterilmiştir.

COI-dayalı barkodlamaya dayalı olarak Fırat nehir havzasındaki *Oxynoemacheilus* genusu için en yakın eşleştirme (BCM) analizine göre %90,4 doğrulukla tanımlanan türler için belirgin bir barkod boşluğunun varlığı, morfolojik olarak tanımlamanın gerçekten zor olduğu *Oxynoemacheilus* genusuna ait türlerinin genetik tanımlanmasında COI barkod bölgesinin kullanışlı olduğunu da göstermiştir. BCM testine dayalı olarak Anadolu *Oxynoemacheilus* türleri için elde edilen barkodlama başarı oranı (% 90), Kanada tatlı su balıkları (% 93, Hubert vd., 2008) ve Kuzey Amerika tatlı su balıkları (% 90; April vd., 2011) için rapor edilenlerle benzerlik göstermektedir. Veri setimizdeki COI dayalı DNA barkodlarının yüksek ayırt edici gücü, bazı Anadolu *Oxynoemacheilus* türlerinin, 2-4 milyon yıl Kuvaterner dönemindeki jeolojik ve iklimsel olaylarla özelleştiği düşünülen (Bektaş vd., 2017; Levin vd., 2012) genç evrim grupları olduğu gerçeğiyle açıklanabilir (Zareian vd., 2016).

Filogenetik tabanlı barkodlama başarıları analizi ile elde NJ ağacı (Şekil 3) *Oxynoemacheilus* türlerinin NJ barkodunda monofiletik birimler halinde kümelendiği göstermektedir. Bu da DNA barkodunun tür tanımlamasında yüksek verime sahip olduğunu göstermektedir. Oysaki, morfolojik yanlış tanımlama NJ ağacının sonucunu değiştirebilir (Bingpeng vd., 2018). Dolayısıyla, veri setimizdeki DNA barkodunun tür tanımlama da %100 başarılı olması diğer bir deyişle yüksek ayırım gücü, Fırat Nehri'ndeki *Oxynoemacheilus*'un doğal kaynaklarının tespitini ve korunmasını garanti edecek balıkçılık araştırmaları için oldukça değerli ve güvenilir bir tanımlama aracı olduğu görüşünü desteklemektedir.

**Filogenetik Analizler:** Batı Palearktığın önemli biyoçeşitlilik merkezlerinden biri olan Anadolu'dan daha önce Genbank veri tabanında rapor edilmiş *Oxynoemacheilus*'un COI haplotipleri, Fırat nehri havzasında dağılım gösteren *Oxynoemacheilus* popülasyonlarına ait haplotiplerle birlikte farklı temellere dayalı olarak çalışılan maksimum tutumluluk (MP), maksimum olasılık (ML) ve neighbour joining metotları ile



gerçekleştirilen filogenetik analizlerinden elde edilen filogenetik ağaç topolojileri (Şekil 3) hemen hemen birbirinin aynı olup önceden Fırat nehri havzasında morfolojik olarak tanımlanmış olan *Oxynoemacheilus* türlerine (Erk'akan vd., 2007, 2008; Freyhof vd., 2011; Freyhof & Özuluğ, 2017) karşılık gelen 6 grubun varlığını gösterecek şekilde yüksek güvenilirlik değerleri (NJ: 88-100, MP:78-100, ML:70-100; Şekil 3) ile desteklendiği belirlenmiştir.

Taksonomik durumları hala karmaşık olan *Oxynoemacheilus* genusunu (Prokofiev, 2009, 2010; Sayyadzadeh vd., 2016, 2017) kapsayan Akdeniz'de tatlı su balıklarının mekansal heterojenliği üzerine yeni bir çalışma (Geiger vd., 2014) bu genusun bazı popülasyonlarının genetik olarak tanımlanmadığını ortaya koymuştur. Bu ihtiyaçtan hareket ile taranan Fırat nehir havzasındaki *Oxynoemacheilus* popülasyonlarının ait mitokondri COI lokusuna dayalı olarak belirlenen 12 adet haplotip ile gerçekleştirilen barkod analizi sonucu % 1,62'lik barkod eşik değerine dayalı olarak daha önce morfolojik olarak tanımlanmış olan 6 türün genetik olarak tür teyidi yapılmıştır.

Daha önce Jouladeh-Roudbar vd., (2016) tarafından kısmen de olsa araştırma kapsamında alınan Anadolu *Oxynoemacheilus* türlerinin ilişkilerini gösteren filogenetik ağaç topolojilerinde türler genellikle coğrafik dağılımları ile uyumlu olarak konumlanmış olmasına rağmen iki önemli istisna mevcuttur. Bunlardan ilki Fırat havzasından örneklenen *O. bergianus*'un Karadeniz (*O. samanticus* ve *O. banarescui*) ve Ege havzasında (*O. simavicus*) dağılım gösteren türlerle gruplanmasıdır.

İkinci istisnai durum ise Ceyhan nehrinde dağılım gösteren *O. ceyhanensis* 'in Fırat nehrinde dağılım gösteren *Oxynoemacheilus* türleri ile birlikte kümelenmiş olmasıdır (Şekil 3). Fırat nehir yatağının geç Miyosen-erken Pliyosen dönemi boyunca evrimini kaydeden geç Senozoik nehir çöküntü teraslarına bakılarak yaklaşık 4 milyon yıl önce doğuya yönelmeden önce modern Ceyhan nehri boyunca güneybatı yönünde Akdeniz'e doğru aktığı (Seyrek vd., 2007; Westaway, 2004) tahmini bu iki nehir sisteminin temasını dolayısıyla faunal ilişkisine fırsat vermiş olma ihtimalleri Ceyhan nehrinde bulunan *O. ceyhanensis*'in ağaç topolojisindeki eğilimini açıklayabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi (RTEÜ BAP, Proje No: 2015.53008.103.01.01) bilimsel araştırma fonları tarafından finanse edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- April, J., Mayden, R.L., Hanner, R.H. & Bernatchez, L. (2011).** Genetic calibration of species diversity among North America's freshwater fishes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108**, 10602-10607.
- Aquilino, S.V.L., Tango, J.M., Fontanilla, I.K.C., Pagulayan, R.C., Basiao, Z.U., Perry, S.O. & Quilang, J.P. (2011).** DNA barcoding of the ichthyofauna of Taal Lake, Philippines. *Molecular Ecology Resource*, **11**, 612-619.
- Ardura, A., Linde, A.R., Moreira, J.C. & Garcia-Vazquez, E. (2010).** DNA barcoding for conservation and management of Amazonian commercial fish. *Biological Conservation*, **143**, 1438-1443.
- Avise, J.C., Neigel, J.E. & Arnold, J. (1984).** Demographic influences on mitochondrial DNA lineage survivorship in animal populations. *Journal of Molecular Evolution*, **20**, 99-105.
- Bektaş, Y., Turan, D., Aksu, İ., Çiftçi, Y., Eroglu, O., Kalayci, G. & Beldüz, A.O. (2017).** Molecular phylogeny of the genus *Capoeta* (Teleostei: Cyprinidae) in Anatolia, Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, **70**, 80-94
- Bingpeng, X, Heshan, L, Zhilan, Z, Chunguang, W, Yanguo, W. & Jianjun, W. (2018).** DNA barcoding for identification of fish species in the Taiwan Strait. *Plos One*, **13**, 0198109.
- Brown, S.D., Collins, R.A., Boyer, S., Lefort, M-C., Malumbres-Olarte, J., Vink, C.J. & Cruickshank, R.H. (2012).** Spider: an R package for the analysis of species identity and evolution, with particular reference to DNA barcoding. *Molecular Ecology Resources*, **12**, 562-565.
- Dayrat, B. (2005).** Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society*, **85**, 407-415.
- Erk'Akan, F., Nalbant and T.T. & Özeren, S.C. (2007).** Seven new species of *Barbatula*, three new species of *Schistura* and a new species of *Seminemacheilus* (Ostariophsi: Balitoridae: Nemachilinae) from Turkey. *Journal of Fisheries International*, **2**, 69-85. DOI: [jfish.2007.69.85](https://doi.org/10.1007/s10641-007-9285-8)
- Erk'Akan, F., Özeren and S.C. & Nalbant, T.T. (2008).** Two new species of stone loaches from Turkey (Teleostei: Nemacheilidae), *Journal of Fisheries International*, **3**, 115-119.
- Freyhof, J., Erk'Akan, F., Özeren, C. & Perdices, A. (2011).** An overview of the western Palaearctic loach genus *Oxynoemacheilus* (Teleostei:

- Nemacheilidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **22**(4), 301-312.
- Freyhof, J. & Geiger, M. (2017).** *Oxynoemacheilus zarzianus*, a new loach from the Lesser Zab River drainage in Iraqi Kurdistan (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, **4273**, 258-270.
- Freyhof, J. & Özuluğ, M. (2017).** *Oxynoemacheilus hazarensis*, a new species from Lake Hazar in Turkey, with remarks on *O. euphraticus* (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, **4247**(4), 378-390.
- Freyhof, J., Kaya, C., Turan, D. & Geiger, M. (2019).** Review of the *Oxynoemacheilus tigris* group with the description of two new species from the Euphrates drainage (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, **4612**(1), 29-57.
- Geiger, M.F., Herder, F., Monaghan, M.T., Almada, V., Barbieri, R., Bariche, M., Berrebi, P., Bohlen, J., Casal-Lopez, M., Delmastro, G.B., Denys, G.P.J., Dettai, A., Doadrio, I., Kalogianni, E., Kärst, H., Kottelat, M., Kovačić, M., Laporte, M., Lorenzoni, M., Marčić, Z., Özuluğ, M., Perdices, A., Perea, S., Persat, H., Porcelotti, S., Puzzi, C., Robalo, J., Šanda, R., Schneider, M., Šlechtová, V., Stoumboudi, M., Walter, S. & Freyhof, J. (2014).** Spatial heterogeneity in the Mediterranean Biodiversity Hotspot affects barcoding accuracy of its freshwater fishes. *Molecular Ecology Resources*, **14**, 1210-1221.
- Grant, W.A.S. & Bowen, B.W. (1998).** Shallow population histories in deep evolutionary lineages of marine fishes: Insights from sardines and anchovies and lessons for conservation. *Journal of Heredity*, **89**, 415-426.
- 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**, 95-98.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L. & de Waard, J.R. (2003a).** Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, **270**, 313-321.
- Hebert, P.D.N., Ratnasingham, S. & de Waard, J.R. (2003b).** Barcoding animal life: cytochrome c oxidase 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society London*, **270**, 596-599.
- Hebert, P.D.N., Penton, E.H., Burns, J.M., Janzen, D. H. & Hallwachs, W. (2004).** Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **101**, 14812-14817.
- Hebert, P.D.N. & Gregory, T.R. (2005).** The Promise of DNA Barcoding for Taxonomy. *Systematic Biology*, **54**, 852-859.
- Hubert, N., Hanner, R. & Holm, E. (2008).** Identifying Canadian freshwaterfishes through DNA barcodes. *PloS One*, **3**, 2490.
- Jouladeh-Roudbar, A., Eagderi, S. & Hosseinpour, T. (2016).** *Oxynoemacheilus freyhofi*, a new nemacheilid species (Teleostei, Nemacheilidae) from the Tigris basin, Iran. *Fish Taxa*, **1**, 94-107.
- Kaya, C., Turan, D., Bayçelebi, E., Kayalci, G., Freyhof, J. (2020).** *Oxynoemacheilus cilicicus*, a new nemacheilid loach from the Göksu River in southern Anatolia (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, **4808**(2), 284-300.
- Kimura, M. (1980).** A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, **16**, 111-120.
- Kneibelsberger, T., Dunz, A.R., Neumann, D. & Geiger, M.F. (2014).** Molecular diversity of Germany's freshwater fishes and lampreys assessed by DNA barcoding. *Molecular Ecology Resources*, **15**, 562-572.
- Kress, W.J., Wurdack, K.J., Zimmer, E.A., Weigt L.A. & Janzen, D.H. (2005).** Use of DNA barcodes to identify flowering plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **102**, 8369-8374.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. & Tamura, K. (2018).** MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology*, **35**, 1547-1549.
- Levin, B.A., Freyhof, J., Lajbner, Z., Perea, S., Abdoli, A., Gaffaroğlu, M., Özuluğ, M., Rubenyan, H.R., Salnikov, V.B. & Doadrio, I. (2012).** Phylogenetic relationships of the algae scraping cyprinid genus *Capoeta* (Teleostei: Cyprinidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **62**, 542-549.
- Librado, P. & Rozas, J. (2009).** DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*, **25**, 1451-1452.
- Liu, Z.J. & Cordes, J.F. (2004).** DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture*, **238**, 1-37.
- Lleonart, J., Taconet, M. & Lamboeuf, M. (2006).** Integrating information on marine species identification for fishery purposes. *Marine Ecology Progress Series*, **316**, 231-238.
- McCusker, M.R., Denti, D., Van Guelpen, L., Kenchington, E. & Bentzen P. (2013).**

- Barcoding Atlantic Canada's commonly encountered marine fishes. *Molecular Ecology Resources*, **13**, 177-188.
- Meier, R., Kwong, S., Vaidya, G. & Ng, P.K.L. (2006).** DNA barcoding and taxonomy in Diptera: A tale of high intraspecific variability and low identification success. *Systematic Biology*, **55**, 715-728.
- Meier, R., Zhang, G.Y. & Ali, F. (2008).** The use of mean instead of smallest interspecific distances exaggerates the size of the 'Barcoding Gap' and leads to misidentification. *Systematic Biology*, **57**, 809-813.
- Nelson, J.S., Grande, T.C. & Wilson, M.V.H. (2016).** Fishes of the World. Fifth Edition. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 1-707.
- Posada, D. (2008).** jModelTest: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology*, **25**, 1253-1256.
- Prokofiev, A.M. (2009).** Problems of the classification and phylogeny of Nemacheiline loaches of the group lacking the preethmoid I (Cypriniformes: Balitoridae: Nemacheilinae). *Journal of Ichthyology*, **49**, 874- 898.
- Prokofiev, A.M. (2010).** Morphological classification of loaches (Nemacheilinae). *Journal of Ichthyology*, **50**, 827-913.
- Rogers, A.R. & Harpending, H. (1992).** Population growth makes waves in the distribution of pairwise genetic differences. *Molecular Biology and Evolution*, **9**, 552-569.
- Sayyadzadeh, G., Eagderi, S. & Esmaeili, H.R. (2016).** A new loach of the genus *Oxynoemacheilus* from the Tigris River drainage and its phylogenetic relationships among the nemacheilid fishes (Teleostei: Nemacheilidae) in the Middle East based on mtDNA COI sequences. *Iranian journal of ichthyology*, **3**, 236-250.
- Sayyadzadeh, G., Esmaeili, H.R., Eagderi, S., Jouladeh-Roudbar, A., Masoudi, M. & Vatandoust, S. (2017).** Re-description of *Oxynoemacheilus longipinnis* from the Persian Gulf basin (Teleostei: Nemacheilidae). *Zoology in the Middle East*, **63**(3), 228-238.
- Seyrek, A., Demir, T., Pringle, M.S., Yurtmen, S., Westaway, R., Beck, A. & Rowbotham, G. (2007).** Kinematics of the Amanos Fault, southern Turkey, from Ar/Ar dating of offset Pleistocene basalt flows: Transpression between the African and Arabian plates. *Geological Society*, **290**, 255-284.
- Shen, Y.J., Guan, L.H., Wang, D.Q. & Gan, X.N. (2016).** DNA barcoding and evaluation of genetic diversity in Cyprinidae fish in the midstream of the Yangtze River. *Ecology and Evolution*, **6**, 2702-13.
- Strauss, R.E. & Bond, C.E. (1990).** Taxonomic methods: morphology. In: Schreck CB, Moyle PB (eds) *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society, 109-140.
- Sungur, S. (2020).** *Oxynoemacheilus kosswigi* a Junior Synonym of *O. seyhanensis* (Teleostei: Nemacheilidae). *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, **44**, 563-573.
- Triantafyllidis, A., Bobori, D., Koliamitra, C., Gbandi, E., Mpanti, M., Petriki, O. & Karaïskou, N. (2011).** DNA barcoding analysis of fish species diversity in four north Greek lakes. *Mitochondrial DNA*, **22**, 37-42.
- Turan, D., Kaya, C., Kalayci, G., Bayçelebi, E. & Aksu, İ. (2019).** *Oxynoemacheilus cemali*, a new species of stone loach (Teleostei: Nemacheilidae) from the Çoruh River drainage, Turkey. *Journal of Fish Biology*, **94**, 458-468.
- Ward, R.D., Zemlak, T.S., Innes, B.H., Last, P.R. & Hebert, P.D.N. (2005).** DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, **360**, 1847-1857.
- Ward, R.D., Hanner, R. & Hebert, P.D.N. (2009).** The campaign to DNA barcode all fishes, *Journal of Fish Biology*, **74**, 329-356.
- Ward, R. (2012).** A case study for DNA barcodes. Pp. 423– 439 in W. J. Kress, D. L. Erickson, eds. DNA barcodes: methods and protocols, methods in molecular biology. Springer Science Business Media, LLC, New York, FISH-BOL. 858.
- Westaway, R. (2004).** Kinematic consistency between the Dead Sea Fault Zone and the Neogene and Quaternary left-lateral faulting in SE Turkey, *Tectonophysics*, **391**, 203-237.
- Zareian, H., Esmaeili, H.R., Heidari, A., Khoshkholgh, M.R. & Mousavi-Saber, H. (2016).** Contribution to the molecular systematics of the genus *Capoeta* from the south Caspian Sea basin using mitochondrial cytochrome b sequences (Teleostei: Cyprinidae). *Molecular Biology Research Communications*, **5**, 65-75.



## Designing New Multifunctional Food Pads Using Red Cabbage (*Brassica oleracea*) Extract

Ayşe DEMİRBAŞ

<sup>1</sup>Department of Seafood Processing and Technology, Faculty of Fisheries, Recep Tayyip Erdogan University, 53100, Rize, Turkey

Geliş/Received: 17.06.2020

Kabul/Accepted: 10.09.2020

How to cite: Demirbas, A. (2020). Designing New Multifunctional Food Pads Using Red Cabbage (*Brassica oleracea*) Extract. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 419-424.

Atf yapmak için: Demirbas, A. (2020). Kırmızı lahanaya (*Brassica oleracea*) özütü kullanılarak yeni çok fonksiyonel gıda pedi tasarımı. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(3), 419-424.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0002-7629-3263>

**\*Corresponding author's:**

Ayşe DEMİRBAŞ  
Department of Seafood Processing and Technology, Faculty of Fisheries, Recep Tayyip Erdogan University, 53100, Rize, Turkey.  
✉: [ayse.demirbas@erdogan.edu.tr](mailto:ayse.demirbas@erdogan.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (536) 051 17 09  
Telephone : +90 (464) 223 33 85  
Fax : +90 (464) 223 41 18

**Abstract:** Packaged fresh food is one of the factors that negatively affect the shelf life; It is at the forefront that the liquid percolated by food accumulates inside of the package, accelerating chemical and microbial spoilage and finalized with reducing food quality. In order to prevent the accumulation of liquid in the package, the absorbent pads disposed therein are partially presented as a solution of the problem. The aim of this research is to enrich absorbent pads with naturally derived antioxidants to make them more functional and extend the shelf life of food. It is also possible to easily inform the consumer about the quality of food with the expected color change in the absorbent pad. This is the first study by making use of the extract of red cabbage plant and preparing absorbent pads by combining with cellulose for examination of color change on the pad through microbial growth by time. In this study, 25 gr of trout sample were used to observe color change on the fresh prepared food pads. Each pad was prepared using 5 ml of red cabbage extract (1:1 ratio) and dried. *Salmonella typhi* ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 25893, and *Staphylococcus aureus* 25922 were inoculated to each fish sample to make the microbial growth faster. After 12 hours, color change on the pad was observed with a naked eye that purple-red cabbage color was changed to greenish-blue. However, pH measurements also showed a similar result with the color change and pH value (6.3) observed in the fresh fish increased to 9.0 on day 3.

**Keywords:** Absorbent pad, food safety, pH indicator, sensor, shelf life, red cabbage.

## Kırmızı lahanaya (*Brassica oleracea*) özütü kullanılarak yeni çok fonksiyonel gıda pedi tasarımı

**Öz:** Gıdadan süzülen sıvının ambalajın içinde birikmesi, kimyasal ve mikrobiyal bozulmayı hızlandırması ve gıda kalitesini düşürmesi ile sonuçlanması paketlenmiş taze gıdaların raf ömrünü olumsuz yönde etkileyen faktörlerden biridir. Ambalajın içinde sıvı birikmesini önlemek için, gıda paketinin içine yerleştirilmiş emici pedler kısmen problemin bir çözümü olarak sunulmaktadır. Bu araştırmanın amacı, emici pedleri doğal olarak elde edilen antioksidanlarla daha işlevsel hale getirmek ve gıdanın raf ömrünü uzatmaktır. Emici ped de beklenen renk değişikliği ile tüketiciyi gıda kalitesi hakkında kolayca bilgilendirmek de mümkündür. Kırmızı lahanaya bitkisinin ekstraktının kullanılması ve mikrobiyal büyüme sonucunda ped üzerindeki renk değişiminin incelenmesi için selüloz ile birleştirilerek emici pedlerin hazırlanmasıyla yapılan ilk çalışmadır. Bu çalışmada, hazırlanan taze gıda pedlerinde renk değişimini gözlemlemek için 10 gr alabalık örneği kullanılmıştır. Her ped için 5 ml kırmızı lahanaya özütü (1:1 oran) kullanılarak hazırlandı ve pedler kurutuldu. Mikrobiyal büyümeyi daha hızlı hale getirmek için her balık örneğine *Salmonella typhi* ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 25893 ve *Staphylococcus aureus* 25922 inoküle edildi. 24 saat sonra çıplak gözle ped üzerinde renk değişimi gözlemlendi ve mor kırmızı lahanaya rengi yeşilimsi maviye dönüştü. Bununla birlikte, pH ölçümleri de renk değişimi ile paralel sonuç gösterdi ve taze balıklarda gözlenen pH değeri (6,3) 3. günde 9.0'a yükseldi.

**Anahtar kelimeler:** Gıda güvenliği, gıda pedi, kırmızı lahanaya, pH indikatörü, raf ömrü, sensör.

**\*Sorumlu yazar:**

Ayşe DEMİRBAŞ  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 53100, Rize, Turkey.  
✉: [ayse.demirbas@erdogan.edu.tr](mailto:ayse.demirbas@erdogan.edu.tr)  
Mobile telephone : +90 (536) 051 17 09  
Telephone : +90 (464) 223 33 85  
Fax : +90 (464) 223 41 18

## INTRODUCTION

Worldwide, food poisoning as a consequence of bacterial deterioration threatens human health and can cause death. Therefore, the aim of producing the healthiest and suitable food packaging materials is to provide the most natural, high quality, and low-cost materials that will not endanger human health and harm the environment. Many researchers are focused on increasing the quality and safety of food for years based on the processing steps and also packaging materials such as coating films, pH-indicator sensors and food additives (Benbettaieb et al., 2019; Cai et al., 2015; Fernandez-Saiz et al., 2013; Fernandes 2016; Hao et al. 2017; Sveinsdottir et al., 2020; Kaewprachu et al., 2015; Kim et al., 2017; Li et al., 2012; Li et al., 2019; Lu et al., 2010; Luchase et al., 2017; Mohan et al., 2012; Netam et al., 2018; Özen & Soyer, 2018; Pezeshk et al., 2015; Prietto et al., 2017). Some researchers are generally used plant extract as an additive to inhibit the lipid and protein oxidation, positively affected on the sensory quality and physicochemical stability, and also inhibition on microbial communities during frozen storage or refrigerator conditions (Rafiq et al., 2018; Hao et al., 2017; Sveinsdottir et al., 2020; Li et al., 2012; Li et al., 2019; Lu et al., 2010; Özen and Soyer., 2018; Prietto et al., 2017; Sanchez-Alonso et al., 2007; Sanchez-Alonso et al., 2008; Pazos et al., 2005). Some of those researchers also focus on developing smart packaging materials such as bioactive edible films and sensors based on pH or temperature (Benbettaieb et al., 2019; Fernandez-Saiz et al., 2013; Kaewprachu et al., 2015; Kim et al., 2017; Luchase et al., 2017; Song et al., 2011; Prietto et al., 2017; Pourjavahera et al., 2017). The accumulation of liquid into the package could be reduced the shelf life of packaged fresh foods, especially fish meat. To ensure food safety and extend shelf life, the food product must not come into contact with liquid. As a solution to this problem; the cellulose-based absorbent pads in the packaging have been used as a protective barrier for absorbing these unwanted liquids and have succeeded in minimizing bacterial growth. Moreover, cellulose is the most abundant on earth, a harmless, natural biopolymer of homopolysaccharides. Cellulose also could make intermolecular and intramolecular hydrogen bonds. Cellulose does not show allergic reactions of chitosan, which is another natural biopolymer and is used very actively. In terms of the consumer; clean, attractive and liquid-containing packaged products will be preferred as a manufacturer for long-term consumer mass is very important to have. However, it should be paid attention to produce natural, recyclable and economically suitable materials that do not threaten the health of the consumer and harm to the environment in the materials used in food packaging. In this context, the fact that the absorbent pads are in direct contact with food must

be guaranteed to the customer that safe materials are being used and that there are no health hazards to humans and the environment. In this proposed research, it is aimed to design the functional food pad using natural antioxidants obtained from red cabbage extract and apply them to the cellulose absorbent pad. Thus, the absorbent pads will not only absorb unwanted liquids in the food package but are likely to develop on the food by red cabbage antioxidants; it could be prevented or minimized bacterial activity and to extend shelf life of especially perishable food. It is also contemplated that anthocyanins obtained from red cabbage extracts were applied to the absorbent pads to add two additional functions. Thus, the first function is the idea that absorbent pads with antioxidants would help prevent microbial growth in the ready to eat fish sample. The second and essential function is; anthocyanins (components that give the plant red and purple color) to assume the role of pH-indicator of the pads by dyeing and changing the color of these absorbent pads and to give the consumer the color of the pad from purple (pH = 7, neutral) to green-yellow (pH = 11-14, basic). The idea is to give information about the freshness of the food product quickly with a naked eye. All these include protecting the food product against the development of bacteria, extending its shelf life and giving information to the consumer about the freshness of food in a comfortable, natural, and economical way.

## MATERIAL AND METHOD

**Materials:** Cellulose pads were purchased from M&N Hygiene factory in Kocaeli, Turkey. Red cabbages were purchased from the local organic market. *Escherichia coli* ATCC 25893, *Staphylococcus aureus* 25922 and *Salmonella typhi* ATCC 14028 were provided from the Faculty of Pharmacy at Erciyes University.

**Extraction of Red Cabbage:** Red cabbages (*Brassica oleracea*) were purchased from organic market and copped to fine pieces approximately (1–2 cm). 100 grams of copped red cabbage was weighed in 100 mL distilled water and boiled at 100 °C for 30 minutes. The aqueous extract was filtered by Whatman paper 1 and stored at -20 °C for further analysis and experiments.

**Preparation of Food Pad and Sterilization:** 5 ml of obtained aqueous red cabbage extract was absorbed into each cellulose pad. All prepared pads that including red cabbage extract were dried in an oven at 45 -50 °C. Dried pads were sterilized and packed one by one for further analysis.

**pH Measurement:** During pH measurements of sample groups; 3 ml deionized water was added on 3 g sample and the sample was torn into pieces with a blender

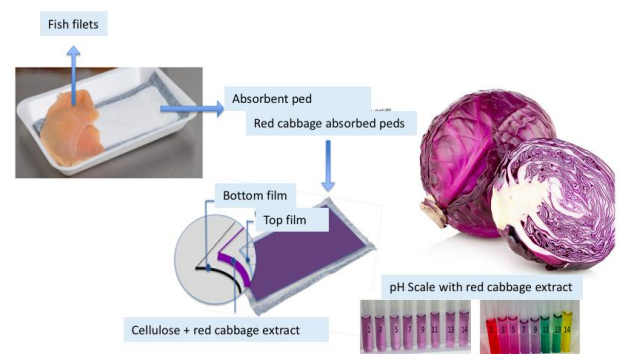
for 1 min. And then, pH of the sample was measured at room temperature with a pH meter (Hanna, HI83141. Germany).

**Microbial Analysis:** Firstly, all the controls of fish samples were taken before being contaminated with the pathogenic microorganisms and then preactivated. In the control samples, *S. aureus*, *E. coli*, and *S. typhi* were investigated according to AOAC (method number: 966.23) methods. For the detection of *S. aureus*, a 25g portion of sample was enriched in Tryptic Soy Broth (DIFCO Laboratories, Detroit, MI) containing 10% NaCl and plated on Mannitol Salt Agar (DIFCO Laboratories). Yellow opaque colonies were selected, and identification of *S. aureus* was confirmed using a biochemical method. For the detection of *Salmonella typhi*, a 25-g portion of the sample was enriched in selenite F broth (Oxoid) and streaked on Eosin Methylene Blue Agar (Oxoid). Typical colonies were purified, and biochemical analysis was carried out using conventional methods according to the AOAC Official Method (AOAC,2002). To identification of *E. coli*, 1 ml suspension was replaced onto the center of film base. *E. coli* colonies appear as blue colonies associated with gas bubbles. A pure culture of three standard strains (*Escherichia coli* ATCC 25893, *Staphylococcus aureus* 25922 and *Salmonella typhi* ATCC 14028) were used to contaminate ready to eat fish. The samples placed on sterile pads (including red cabbage extract and free pads). Then they were inoculated individually with selected pathogenic bacteria, at a density of 0.5 McFarland, and incubated at 37°C. Surviving bacterial populations were evaluated using a non-selective medium (Tryptic Soy Agar (TSA)) for each bacterium. The ready to eat fish samples contaminated with pathogenic microorganisms was checked again after 24 hours. It was seen that the growth of microorganisms exceeded 0.5 McFarland density in terms of colony-forming units per mg/ml. The microorganism's replications were followed at 2 ,4, 6, 12 and 18 hours.

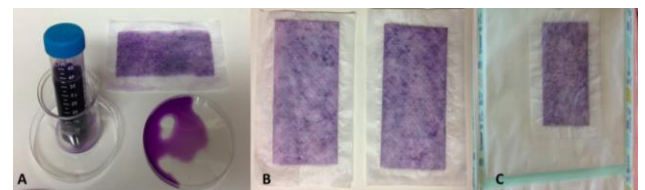
**Disk diffusion methods:** For determining the antibacterial activity of red cabbage extract, the agar disk diffusion method was applied, as previously reported studies (Baldemir et al., 2017). Briefly, red cabbage extract at 0.5 µg/mL were used to prevent *Escherichia coli* ATCC 25893, *Staphylococcus aureus* 25922 and *Salmonella typhi* ATCC 14028 growth. Bacterial cultures at a concentration of  $1.0 \times 10^8$  CFU/mL were inoculated with the same concentrations of free red cabbage extract. After incubation of the culture plates at 37 ° C for 24 h, the inhibition region of bacterial growth was measured in millimeters. Independent tests were conducted as triplicates for each bacterial strain.

## RESULTS AND DISCUSSION

Some studies conducted suggest that the antioxidants obtained from plant used are not only effective in adding a flavor or taste, but they are also used for the pH indicator effect in food conservation (Kim et al., 2017; Luchase et al., 2017; Prietto et al., 2017; Pourjavahera et al., 2017). In this study, as shown in Figure 1, red cabbage extract was applied to the cellulose food pad as pH sensor. 5 ml red cabbage extract was absorbed each free cellulose pad in figure 2-A, food pads were dried at 45-50 °C until dry as shown in figure 2-B, and then properly dried food pads were sterilized as seen in figure 2-C.



**Figure 1.** Graphical illustration of red cabbage absorbed food pad preparation.



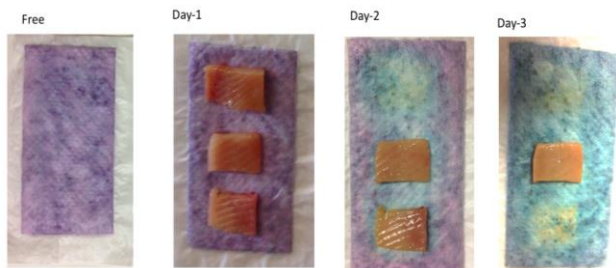
**Figure 2.** 5 ml red cabbage extract was absorbed each free cellulose pad (A), Dried food pads (B), Sterilized food pad (C).

It was determined that the microorganisms mentioned in the controls did not grow. The fish samples were not contaminated with these pathogenic microorganisms (*S. aureus*, *E. coli*, and *S. typhi*) according to AOAC methods before that were contaminated in laboratory. The microorganism's replications were followed at 2 ,4, 6, 12 and 18 hours. It was shown that microorganisms growth continued ready-to eat fish up to 18 hours. The color change on the pads was obviously detected with the naked eye 12 hours later.

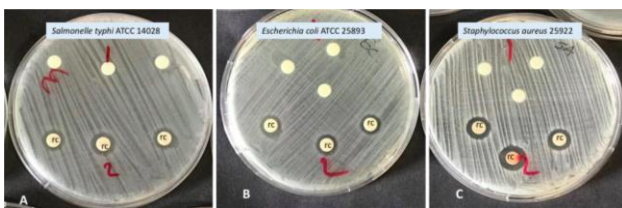
The color of the pads was turned from purple to green-blue by time at room temperature (Figure 3).

At the same time, both free red cabbage extract and control group (free disc) were tested for comparison of how to effect against microbial activity in Figure 4. There is an apparent difference was measured between control and red cabbage extract absorbed bacterial disc for *S. typhi* (A), *E. coli* (B), and *S. aureus* (C) in Figure 4 and 5. The

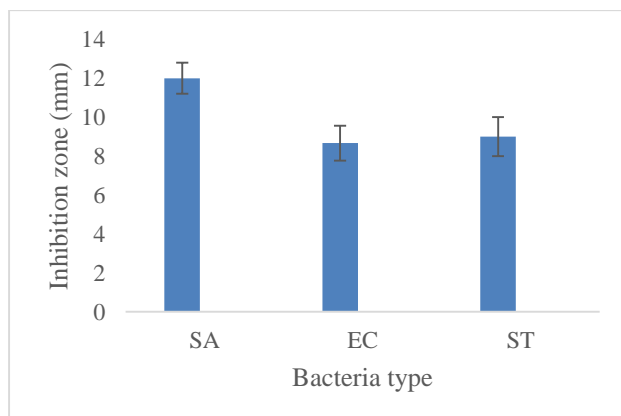
inhibition zone of red cabbage extract was respectively measured as  $9.00 \pm 0.03$ ,  $8.60 \pm 0.04$ , and  $12.00 \pm 0.01$  mm for *S. typhi* ATCC 14028, *E. coli* ATCC 25893 and *S. aureus* ATCC 25922.



**Figure 3.** Fillets changed the color of the pad with growing bacteria and changing pH from day-1 to day-3.



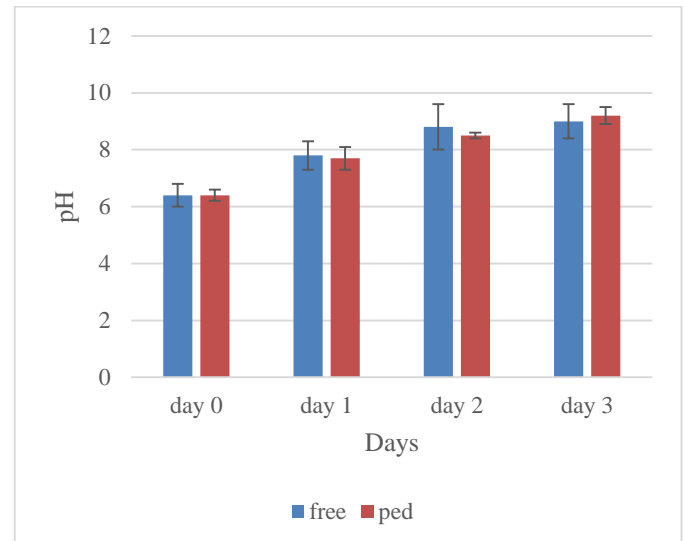
**Figure 4.** Photos of microbial growth by Disc test of control (without extract) and red cabbage extract (rc) for each bacteria type.



**Figure 5.** Disc results; inhibition zone (mm) of free red cabbage extract against to SA: *S. aureus* ATCC 25922, EC: *E. coli* ATCC 25893, ST: *S. typhi* ATCC 14028.

The transition to an alkaline environment, such as a transition to an acid environment, is stressful for bacteria as shown by how *Escherichia coli* responds to alkaline by SOS and heat shock-like responses (Maurer et al., 2005; Schuldiner et al., 1986; Taglicht et al., 1987). In response to alkali it is important to distinguish the difference between survival and growth. Survival does not include a clear increase in live cells in the high pH test and is usually accompanied by some vitality losses. Survival is monitored by live-cell numbers as colony forming units in a neutral environment. It should be noted that well buffered cultures show a marked increase in pH in many conventional growth media, eg LB, because survival is often observed in

the stationary phase (Farrell & Finkel, 2003). In this study, it is aimed to develop a system that can be easily detected bacterial growth in ready to eat fish by changing the pads color as a result of changing the pH for the bacteria to maintain their lives.



**Figure 6.** pH contents of free fish samples and fish fillets on the food pad absorbed red cabbage extract from day-1 to day-3 (day-0 = initial value of pH).

Some researchers focus on determining the pH value in the freshness of the fish mussel. According to Ludorf and Meyer (1973), the acceptable upper limit for the pH of fish is 6.8–7.0. The pH values of freshly caught fish are between 6–6.5. According to Ludorf and Meyer (1973) reported that fish could be consumed until the pH value in their mussel increases to 6.8. The pH values of spoiled fish muscle are above 7 as a base. However, some fish have an alkaline reaction even when they are kept fresh. Therefore, it is not correct to decide based on only pH value in the fish muscle. As it can be seen in Figure 6, pH values for free sample in control, initial (day-0), day-1, day-2, day-3 were, respectively, measured as  $6.40 \pm 0.02$ ;  $7.80 \pm 0.04$ ;  $8.80 \pm 0.00$ , and  $9.00 \pm 0.02$ . For the samples on the pads that red cabbage extract absorbed, pH values in initial, day-1, day-2, day-3 were respectively measured as  $6.40 \pm 0.02$ ,  $7.70 \pm 0.05$ ,  $8.50 \pm 0.03$ , and  $9.20 \pm 0.01$ . For all product groups that were stored at room temperature, no statistically significant difference was observed on the free samples and samples on the prepared food pads during storage day ( $p > 0.05$ ). But there was a significant difference between initial and day-1 on pH values.

## CONCLUSION

The packaging materials which are to be used as human food should not contain any risk which threatens public health. The effects of antioxidants (natural or synthetic) and spices which are used as additives in the

food production on the storage of products were examined for increasing the shelf life of food. This is the first time, red cabbage extract absorbed pads were used as a pH indicator and natural sensor for presenting information about the freshness of the food. It is considered that the new multi-functional food pad results on the experimental groups of red cabbage extract absorbed were obtained clearly color change with increasing pH value. The inhibition microbial growth on red cabbage extracted free bacterial disc indicated that the promising result was much more effective than the free sample. At the end of the storage (day-3), color of the pad was changed from purple to greenish-blue.

Moreover, in addition to obtained data, it is foreseen that further studies should be conducted on using different storage conditions (such as refrigerator storage, frozen storage etc.) and packaging methods (modified atmosphere packaging, vacuum packaging etc.) for the prepared experimental groups. Furthermore, various studies on the amount of plant extracts and spices used as coating films or additives in the experiments are needed to be conducted. As a result of the study guided, the importance of the alternative smart packaging materials, which is obtained from red cabbage extract and cellulose which has a high potential of production in Turkey in the food industry, pointed out. Moreover, it is considered that it will make a positive contribution to increasing the annual consumption rates of fresh food especially seafood products. It is predicted that a new multi-functional food pad and its possibility of becoming widespread may make a contribution in the processed seafood sector.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This work is supported by grants awarded by the Recep Tayyip Erdogan University Scientific Research Office (FBA-2018-903).

#### REFERENCES

- Baldemir, A., Kose, N.B., Ildiz, N., Ilgun, S., Yusufbeyoglu, S., Yilmaz, V. & Ocsoy, I. (2017)** Synthesis and characterization of green tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) extract and its major components-based nanoflowers: a new strategy to enhance antimicrobial activity. *RSC Advances*, **7**, 44303-44308. DOI: [10.1039/c7ra07618e](https://doi.org/10.1039/c7ra07618e).
- Benbettaieb, N., Debeaufort, F. & Karbowiak, T. (2019)**. Bioactive edible films for food applications: mechanisms of antimicrobial and antioxidant activity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **59**, 3431-3455.
- Cai, L., Cao, A., Bai, F. & Li, J. (2015)**. Effect of  $\epsilon$ -polylysine in combination with alginate coating treatment on physicochemical and microbial characteristics of Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicus*) during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*, **62**, 1053-1059.
- Farrell, M.J. & Finkel, S.E. (2003)**. The growth advantage in stationary-phase phenotype conferred by *rpoS* mutations is dependent on the pH and nutrient environment. *J. Bacteriol.*, **185**, 7044-7452.
- Fernández-Saiz, P., Sánchez, G., Soler, C., Lagaron, J.M. & Ocio, M.J. (2013)**. Chitosan films for the microbiological preservation of refrigerated sole and hake fillets. *Food Control*, **34**, 61-68.
- Fernandes, P. (2016)**. Enzymes in Fish and Seafood Processing. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, **4**(59). 1-14. DOI: [10.3389/fbioe.2016.00059](https://doi.org/10.3389/fbioe.2016.00059).
- Hao, R., Liu, Y., Sun, L., Xia, L., Jia, H., Li, Q. & Pan, J. (2017)**. Sodium alginate coating with plant extract affected microbial communities, biogenic amine formation and quality properties of abalone (*Haliotis discus hannai* Ino) during chill storage. *LWT - Food Science and Technology*, **81**, 1-9.
- Sveinsdóttir, H.I, Karlsdóttir, M.G., Arason, S., Stefánsson, G., Sone, I., Skåra, T., Rustad, T., Larsson, K., Undeland, I. & Gudjónsdóttir, M. (2020)**. Effect of antioxidants on the sensory quality and physicochemical stability of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) fillets during frozen storage. *Food Chemistry*, **321**, 126744.
- Kaewprachu, P., Osako, K., Benjakul, S. & Rawdkuen, S. (2015)**. Quality attributes of minced pork wrapped with catechin-lysozyme incorporated gelatin film. *Food Packaging and Shelf Life*, **3**, 88-96.
- Kim, D., Lee, S., Lee, K., Baek, S. & Seo, J. (2017)**. Development of a pH indicator composed of high moistureabsorbing materials for real-time monitoring of chicken breast freshness. *Food Sci. Biotechnol.*, **26**(1), 37-42.
- Li, T., Hub, W., Li, J., Zhang, X., Zhu, J. & Li, X. (2012)**. Coating effects of tea polyphenol and rosemary extract combined with chitosan on the storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). *Food Control*, **25**, 101-106.
- Li, Y., Wu, C., Wu, T., Yuan, C. & Hu, Y. (2019)**. Antioxidant and antibacterial properties of coating with chitosan-citrus essential oil and effect on the quality of Pacific mackerel during chilled storage. *Food Science and Nutrition*, **7**, 1131-1143. DOI: [10.1002/fsn3.958](https://doi.org/10.1002/fsn3.958).
- Lu, F., Ding, Y., Ye, X., Liu, D. (2010)**. Cinnamon and nisin in alginatecalcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets. *LWT - Food Science and Technology*, **43**, 1331-1335.
- Luchase, C.L., Sperotto, N., Spada, J.C. & Tessaro, I.C. (2017)**. Effect of Bluberry agro-industrial waste addition to corn starch-based films for the production of a pH-Indicator film. *International Journal of Biological Macromolecules*, **104**, 11-18.



- Ludorf, W. & Meyer, V. (Eds.) (1973).** Fische und fischerzeugnisse. Hamburg-Germany: Paul parey. [Google Scholar]
- Maurer, L.M., Yohannes, E., Bondurant, S.S., Radmacher, M. & Slonczewski, J.L. (2005).** pH regulates genes for flagellar motility, catabolism, and oxidative stress in *Escherichia coli* K-12. *Journal of Bacteriology*, **187**, 304-319. DOI: [10.1128/jb.187.1.304-319.2005](https://doi.org/10.1128/jb.187.1.304-319.2005).
- Mohan, C.O., Ravishankar, C.N., Lalitha, K.V. & Srinivasa Gopal, T.K. (2012).** Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled storage. *Food Hydrocolloids*, **26**, 167-174.
- Netam, S., Sharma, S., Mangang, W.R., Devi, H.D., Gupta, S. & Kumar, M. (2018).** Antioxidant effect of fruit peel extracts on fish steaks during refrigerated storage. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, **7**(3), 1211-1216.
- Özen, B.Ö. & Soyer, A. (2018).** Effect of plant extracts on lipid and protein oxidation of mackerel (*Scomber scombrus*) mince during frozen storage. *Journal of Food Science and Technology*, **55**(1), 120-127. DOI: [10.1007/s13197-017-2847-6](https://doi.org/10.1007/s13197-017-2847-6).
- Pourjavaher, S., Almasi, H., Meshkini, S., Pirsab, S. & Parandi, E. (2017)** Development of a colorimetric pH indicator based on bacterial cellulose nanofibers and red cabbage (*Brassica oleracea*) extract. *Carbohydrate Polymers*, **156**, 193-201.
- Pezeshk, S., Ojagh, S.M. & Alishahi, A. (2015).** Effect of Plant Antioxidant and Antimicrobial Compounds on the Shelf-life of Seafood - A Review. *Czech Journal of Food Sciences*, **33**(3), 195-203.
- Prietto, L., Mirapalhete, T.C., Pinto, V.Z., Hoffmann, J.F., Vanier, N.L., Lim, L.T, Guerra Dias, A.R. & Zavarze, E.R. (2017).** pH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage. *LWT-Food Science and Technology*, **80**, 492-500.
- Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S.A., Bashir, N., Nazir, F. & Ahmad Nayik, G. (2018).** Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, **17**, 351-358.
- Sa´nchez-Alonso, I., Jime´nez-Escrig, A., Saura-Calixto, F. & Borderi´as, A.J. (2007).** Effect of grape antioxidant dietary fibre on the prevention of lipid oxidation in minced fish: Evaluation by different methodologies. *Food Chemistry*, **101**, 372-378.
- Sa´nchez-Alonso, I., Jime´nez-Escrig, A., Saura-Calixto, F. & Borderi´as, A.J. (2008).** Antioxidant protection of white grape pomace on restructured fish products during frozen storage. *LWT- Food Science and Technology*, **41**(1), 42-50. DOI: [10.1016/j.lwt.2007.02.002](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.02.002).
- Schuldiner, S., Agmon, V., Brandsma, J., Cohen, A., Friedman, E., Padan, E. (1986).** Induction of SOS functions by alkaline intracellular pH in *Escherichia coli*. *Journal of Bacteriology*, **168**, 936-939.
- Song, Y., Liu, L., Shen, H., You, J. & Luo, Y. (2011).** Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*). *Food Control*, **22**, 608-615.
- Taglicht, D., Padan, E., Oppenheim, A.B. & Schuldiner, S. (1987).** An alkaline shift induces the heat shock response in *Escherichia coli*. *Journal of Bacteriology*, **169**, 885-887.
- Pazos, M., Gallardo, J.M., Torres, J.L. & Medina, I. (2005).** Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and frozen fish muscle. *Food Chemistry*, **92**, 547-557.
- Pourjavahera, S., Almasib, H., Meshkinia, S., Pirsab, S. & Parandi, E. (2017).** Development of a colorimetric pH indicator based on bacterialcellulose nanofibers and red cabbage (*Brassica oleracea*) extract. *Carbohydrate Polymers*, **156**, 193-201.



## Türkiye’de Bakteriolojik Su Kalitesi Konusunda Yapılan Bilimsel Araştırmaların Bibliyometrik Analizi (1999-2019)<sup>[\*]</sup>

Serdar AKDUMAN Muhammed Ali DEMİRBAĞ Nüket SİVRİ\*




*Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar, İstanbul*

Geliş/Received: 00.00.2020

Kabul/Accepted: 00.00.2020

Atf yapmak için: Akduman, S., Demirbağ, M.A. & Sivri, N. (2020). Türkiye’de Bakteriolojik Su Kalitesi Konusunda Yapılan Bilimsel Araştırmaların Bibliyometrik Analizi (1999-2019). *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 425-432.

How to cite: Akduman, S., Demirbağ, M.A. & Sivri, N. (2020). Bibliometric Profile of Scientific Research on Bacteriological Water Quality Studies in Turkey (1999-2019). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 425-432.

 : <https://orcid.org/0000-0002-7393-5443>  
 : <https://orcid.org/0000-0003-0090-4643>  
 : <https://orcid.org/0000-0002-4269-5950>

### \*Corresponding author’s:

Nüket SİVRİ

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar, İstanbul / Türkiye.

✉: [nuket@istanbul.edu.tr](mailto:nuket@istanbul.edu.tr)

Telephone : +90 (212) 473 70 70/17722

Fax : +90 (212) 473 71 80

**Öz:** Denize kıyısı olan ülkelerde su kalitesinin korunması ve kirlenmesinin önlenmesi adına, akademik izleme çalışmaları, yönetmelikler ve denetlemeler en sık tercih edilen yöntemlerdir. Ancak kirliliği önlemek ve korumak için öncelikle, sucul alanların niteliğinin ve su kalitesi durumunun bilinmesi esastır. Bu amaçla yürütülen bilimsel temelli çalışmalar, ulusal veya uluslararası nitelikli dergilerde basılarak diğer çalışmalar için de temel teşkil eder. Benzer çalışmalarla yapılan çalışmalarını ilişkilendirebilmek hem akademik faaliyetler için hem de benzer ekosistemlerde gözlenen aksaklıkların tespiti için önemli bir unsurdur.

Bu çalışmada, su kalitesinin önemli başlıklarından biri olan, “bakteriyolojik su kalitesi” ile ilgili küresel araştırma eğilimlerini dikkate alan, son 5 yılda (2015-2019) Türkiye’de bu konuda yayınlanmış çalışmalar ile “bibliyometrik analiz” yapılmıştır. Ana bilim alanları olarak “Agriculture and Biological Science” ve “Environmental Science” başlıklarında, Türkiye’de yapılan 213 adet çalışma görüntülenmiştir. Ancak Türkiye’de sucul alanlarda yürütülen araştırmalar ise oldukça sınırlı sayıda sadece 44 adet olarak tespit edilmiş ve sonuçlar ağ analizleri kullanılarak yorumlanmıştır.

Sucul alanlarda bu tip mikrobiyolojik su kalitesi çalışmalarının önemi bir kez daha belirginleşmiştir. Ülkemizde de hem uluslararası nitelikli bilimsel dergilerde kabul görecektir ve hem de halk sağlığı ile ilişkilendirilecek, bu tarz bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulduğu aşikardır.

**Anahtar kelimeler:** Bibliyometrik analiz, bakteriyolojik su kalitesi, *E. coli*, Türkiye.

## Bibliometric Profile of Scientific Research on Bacteriological Water Quality Studies in Turkey (1999-2019)

**Abstract:** Academic monitoring studies, regulations and inspections are the most preferred methods in order to protect water quality and prevent pollution in coastal countries. However, in order to prevent and protect pollution, it is essential to know the nature of the aquatic areas and the water quality status. Scientific-based studies carried out for this purpose are published in national and/or international journals and constitute the basis for other researches. Being able to associate studies with similar studies is an important factor both for academic activities and for detecting the problems observed in similar ecosystems.

In this study, which is one of the important topics of water quality, "the bacteriological water quality" into global research trends in the field, the last 5 years (2015-2019) in Turkey with studies published in this issue, "bibliometric analysis" was performed. In the main science areas "Agriculture and Biological Science" and "Environmental Science" in the title, held in Turkey it has displayed 213 papers. However, the research conducted in aquatic areas in Turkey is very limited as only 44 manuscripts have been identified and the results were interpreted using network analysis.

The importance of such microbiological water quality studies in aquatic areas has once again become clear. It is obvious that there is a need for such scientific studies in our country, which will be accepted in international scientific journals and will be associated with public health.

**Keywords:** Bibliometric analysis, bacteriological water quality, *E. coli*, Turkey.

### \*Sorumlu yazar:

Nüket SİVRİ

Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, 34320, Avcılar, İstanbul / Türkiye.

✉: [nuket@istanbul.edu.tr](mailto:nuket@istanbul.edu.tr)

Telephone : +90 (212) 473 70 70 / 17722

Fax : +90 (212) 473 71 80

<sup>[\*]</sup> Kısa süre önce aramızdan ayrılan ve bu çalışmada yoğun emeği olan Çevre Mühendisi Serdar AKDUMAN (05.11.1998-01.08.2020)'in anısına bu çalışmanın yayınlanmasına karar verilmiştir.

<sup>[†]</sup> In memory of Serdar AKDUMAN (05.11.1998-01.08.2020), Environmental Engineer Serdar AKDUMAN (05.11.1998-01.08.2020), who recently passed away and worked hard in this study, has been decided to publish this study.

## GİRİŞ

Ekolojik yönden sucul alanlar, zengin biyoçeşitliliği ile canlı türlerinin doğal yaşam alanlarını oluşturması, fiziksel, jeolojik, kimyasal ve biyolojik süreçlerden etkilenmeleri nedeniyle özel bir öneme sahiptirler (Irfan & Alatawi, 2019). Sundukları sınırsız kaynaklar ve imkanlarla, tarih boyunca en çekici yerleşim alanları olarak tercih edilmişlerdir. Ancak bu alanlar, atık su deşarjlarının alıcı ortamları olarak görülmesi nedeniyle son dönemlerde suyun kalite özelliklerinde bozulmaların gözlemlendiği alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Aslında bu bozulma ulusal ve uluslararası kapsamda bir “su kalitesi” sorunudur. Benzer şekilde, karasal ve denizel ekosistemler arasında bir geçiş bölgesi oluşturan kıyı lagün ve havzaları, lentik ve lotik sular su kalitesi sorunu ile karşı karşıyadır (Appeltans vd., 2012; Pan vd., 2013; Roberto, 2016).

Her ülkede olduğu gibi ülkemizde de su kalitesinin korunması ve su kirlenmesinin önlenmesi amacıyla yönetmelikler oluşturulmakta ve denetlemeler yönetmeliklerde belirtilen esaslar doğrultusunda yapılmaktadır (Cole, 2003). Tüm kurum ve kuruluşlar, yer altı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin her türlü kullanımının korunmasını ve su kirliliğinin önlenmesini sağlamak amacıyla ilgili yönetmeliklerde belirlenen hükümlere uymak ve bunları uygulamakla yükümlüdürler. Ancak bilimsel araştırmalarda önem verilen en temel öge, yürütülen çalışma sonuçlarının ekosisteme yararlılığının, bilimsel temelli ulusal veya uluslararası nitelikli dergilerde kabul görmesidir. Bu anlamda akademik unsurlu çalışmaların araştırmacılar tarafından takibi büyük önem taşımaktadır. Çalışmalara kısa sürede ulaşabilmek, kaynakça olarak kullanabilmek, benzer çalışmalarla yapılan çalışmalarını ilişkilendirebilmek; akademik faaliyetler için önemli bir unsurdur.

Bibliyometri, akademik yayınların çeşitli unsurlarının sayısal analizler ve istatistikler yardımıyla incelenmesi ile ilgilenen bir araştırma yöntemidir. Bibliyometrik yöntem; tanımlama, değerlendirme ve araştırmanın izlenmesi şeklinde ifade edilebilmektedir (Ellegaard & Wallin, 2015). Belirli bir alanı çevreleyen araştırmayı veya benzer şekilde belli bir organizasyonun araştırma çıktısının miktarını ve odağını tanımlamaktadır. Esas olarak, bilimsel çalışmaların, yazar, basılan dergi, konu, anahtar kelimeler, atıf yapılan yazar, atıf yapılan kaynaklar gibi verilerin istatistiksel olarak incelenmesi ile elde edilen sonuçlar doğrultusunda belirli bir disipline ait genel yapının ortaya konmasını mümkün kılmaktadır (Zan, 2012). Değerlendirme yöntemi olarak kullanıldığında, teknolojinin etkisi veya bir yazarın, organizasyonun araştırmanın etkinliğini belirlemeye yardımcı olmaktadır (Van Raan, 2014). Aynı zamanda, izleme aracı olarak işlev görür ve zaman içerisinde araştırma alanının etkinliği düzeyini izleyebilmek için kullanılabilir (Levac vd., 2010).

Yapılan araştırmalarda, sadece son 5 yılda (2015-2019), su kalitesinin önemli başlıklarından biri olan, “bakteriyolojik su kalitesi” ile ilgili küresel araştırma eğilimleri dikkate alındığında, toplam 2115 adet bilimsel çalışma karşımıza çıkmaktadır. Tüm yapılan çalışmaları dikkate almak ya da değerlendirmek yerine, daha etkin yöntemler kullanmak için “bibliyometrik analiz” tercih edilmektedir. Anahtar kelime olarak “*Escherichia coli*” ve “antibiyotik direnç” kullanılarak, “Agriculture and Biological Science” ve “Environmental Science” konu başlıklarına ait veri sonuçlarında, sucul alanlarda yapılan çalışmalara ait toplam 264 adet dosya görüntülenmektedir. Her bir anahtar kelime ya da seçim yapılacak çalışmaya odaklanılmasında önem arz etmektedir. Elbette bu anahtar kelimeler İngilizce karakterlerle yazılarak sonuç alınmıştır.

Bu çalışmada amaç, Türkiye’de deniz, göl, nehir, akarsular gibi yüzey suları olarak tanımlanan sucul alanlarda, 1999-2019 yılları arasında yayınlanan “bakteriyolojik su kalitesi” ile ilgili araştırmaların bibliyometrik analizini yapmaktır. Bu amaçla, uluslararası nitelikli bilimsel dergilerde yayınlanmış, Türkiye sucul alanlarında yapılan bakteriyolojik su kalitesi çalışmalarının, bibliyometrik analizlerinde 44 adet makaleye ulaşılmış ve sonuçlar ağ analizleri kullanılarak yorumlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma kapsamında, uluslararası nitelikte dergilerde basılan her araştırma makalesi, çalışıldığı ortam (deniz, akarsu, göl, nehir, çay), bakteriyolojik analiz metodu, esas alınan organizma, basılan derginin adı, basım yılı ve araştırma yapılan bölgeye göre kategorilere ayrılmıştır. Çalışmada elde edilen sayısal veriler, bibliyometrik analizler ile alınan sonuçlar sosyal ağ analizi haritaları ile görselleştirilmiştir.

Bu çalışmada hedeflenen iş akış diyagramında; önce 1999-2019 yılları arasında, sucul ortamlarda bakteriyolojik su kalitesi adına yapılan araştırmalar kategorize edilmiştir. Arama yapılırken kullanılan anahtar kelimeler, “enterik bakteri”, “koliform bakteriler”, “fokal kontaminasyon”, “Enterobacteriaceae”, “antibiyotik direnci”, “Türkiye”, “deniz”, “göl”, “nehir”, “tatlı su havzası”, “akarsu”, “çay”, “lagün” olarak sıralanmıştır. Arama metodolojisi iki başlıkta yürütülmüştür. İlk olarak, yüzeysel su ortamlarında sadece bir arama motoru ve kısıtlayıcı anahtar kelimeler kullanarak sınırlı bir arama yapılmıştır. Ardından, deniz, göl, lagün, akarsu, dere, nehir anahtar kelimeleri ile sucul ortamlarda yürütülen koliform bakteri grubu ile ilgili çalışmalar tespit edilmeye çalışılmıştır. Mümkün olduğunca çok sayıda veri elde etmek için sınırsız (yalnızca yıl (1999-2019) ve ülke (Türkiye) sınır koşulu kabul edilmiştir) bir arama tercih edilmiştir. Ülke ve

yıllar sınırı dikkate alınarak yapılan analizde, bulunan literatür sayısı kısıtlı kalmıştır. Bu nedenle, Türkçe dili ile basım yapan dergiler de değerlendirmeye alınmıştır. İkinci aşamada, son 20 yıla ait (1999 ve 2019 yılları) çalışmalarda küresel araştırma eğilimleri hakkında bibliyometrik analizin sunulması için literatür sonuçları, VOSViewer üzerinden sosyal ağ analizi kullanılarak görselleştirilmiş ve yorumlanmıştır.

Bibliyometrik analiz çalışmaları için en çok tercih edilen arama motoru Scopus, 5.000'den fazla yayıncının yayınladığı 20.000'den fazla hakemli dergiyi kapsayan, akademik dergi makalelerinin bibliyografik veri tabanıdır (Blettler vd., 2018). Ancak Türkiye’de konu ile ilgili yapılan çalışmaların bu arama motoru için sınırlı kalışı, farklı araçların da kullanılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, arama motoru olarak Scopus arama motoruna ilaveten, PubMed arama motoru, EndNote x9 arama motoru, Google Akademik (<https://scholar.google.com>) araçlarından yararlanılmıştır. Böylece farklı uluslararası nitelikte dergilerde basılan çalışmalara daha rahat ulaşılabilmesi mümkün olmuştur. Türkçe dil seçeneği ile basım yapan dergilerdeki çalışmalar da değerlendirmeye alınmıştır.

## BULGULAR

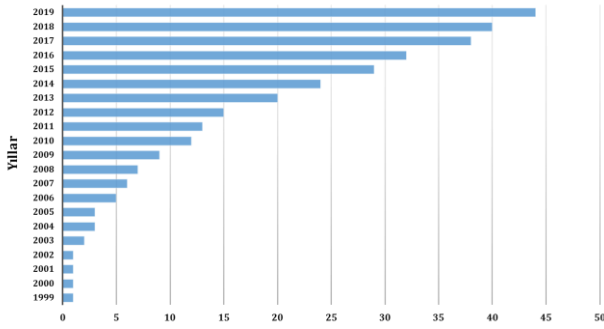
Bu çalışmada, 1999-2019 yılları arasında, bakteriyolojik su kalitesi ile ilgili Türkiye’deki sucul

alanlarda yapılan araştırmalar kategorize edilmiş ve bibliyometrik analizlerden elde edilen bulgular, tablo ve şekillerle görselleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan ana arama motoru Scopus’da, sınırlı tarih ile “enterik bakteri”, “*E.coli*”, “fekal coliform”, “enterobacteriaceae” anahtar kelimeleri ile yapılan ilk aramada bulunan 213 dosyada, aranan “bakteriyolojik su kalitesi” sonuçlarını içeren çalışmalar seçilmiştir. Sonra çalışma alanları olarak, “deniz”, “göl”, “lagün”, “tatlı su” anahtar kelimeleri eklenmiştir. İlaveten, “Türkiye” bölgesi dahil edildiğinde bu sayı 28’e düşmüştür. Scopus ulaşılması hedeflenen yayın sayısı olarak sınırlı kalınca, farklı arama motorları ile taramalar yapılmış ve elde edilen son sayı 44’e ulaşmıştır. Çalışmaya konu olan kaynaklara ait künyeler, referansların sonuna eklenmiştir. İlgili çalışmalar da Tablo 1’de verilmiştir. Yıllara göre yayınlanan toplam makale sayısı değişimi Şekil 1’de sunulmuştur. Şekilde görüldüğü gibi, 2006 yılından itibaren bu konuda artan bir eğilim söz konusudur ve 2013’den 2019 yılına kadar toplam 27 makale vardır. Bakteriyolojik su kalitesi çalışma konusunun özellikle 7 yılda ilgi gören bir konu olduğu dikkati çekmektedir. Çalışılan sucul alanların dağılımında, ağırlıklı çalışmalar deniz ortamında (%56) iken, tatlı sularla ilgili tespitler sınırlı kalmıştır. Durgun sularda yapılan çalışmalar, göl ve lagün anahtar kelimeleri ile çalışmaların %28’ini; akarsu, dere, çay, nehir anahtar kelimeleri ile çalışmaların %16’sını oluşturmaktadır.

**Tablo 1.** Çalışmaya konu olan araştırmalara ait makaleler listesi.  
**Table 1.** The list of articles belonging to the research subject to the study.

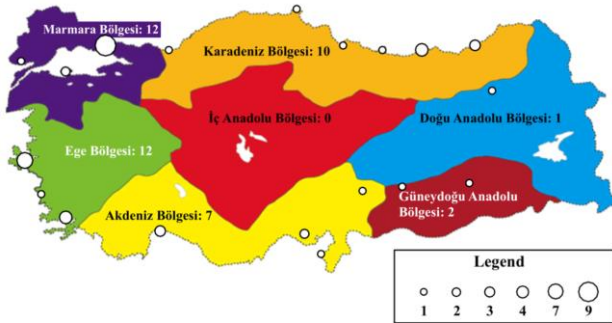
YILI	YAZARLAR	ÇALIŞMA ALANI	BASILAN DERGİ
2016	Akkan	Batlama Creek Giresun	Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology
2016	Akkan & Mutlu	Giresun coasts	Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology
2019	Akkan vd.	Yağlıdere Stream, Giresun	Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research
2019	Akkan & Topkaraoğlu	Batlama Deresi, Giresun	Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences
2013	Altuğ vd.	Mediterranean and the Black Sea	Turkish Journal of Biology
2006	Avcı vd.	Tokat	CÜ Tıp Fakültesi Dergisi
2013	Balkıs vd.	Southwestern Istanbul coast, Sea of Marmara	IUFS Journal of Biology
2014	Berber & Avşar	Sinop Black Sea Coastal Zone	Sains Malaysiana
2015	Bozal vd.	Izmir Region	Folia Microbiologica
2015	Cardak vd.	Gulf of Antalya, Eastern Mediterranean	World Journal of Microbiology and Biotechnology
1999	Düzel	Ege Region Lakes	Bornova Vet. Kont. Araşt. Enst. Derg
2006	Erkan & Vural	Dicle Stream	Dicle Tıp Dergisi
2014	Ertürk vd.	Efteni Lake	African Journal of Microbiology Research
2016	Gültekin vd.	Kaynak suları, İstanbul	Marmara Fen Bilimleri Dergisi
2013	Gürün & Kimiran-Erdem	Ayamama Deresi- Marmara Denizi	Ekoloji
2014	Hacıoğlu	Sarıcaç Stream- Canakkale	International Journal of Basic and Clinical Studies
2010	Kacar & Gungör	Izmir Bay- Eastern Aegean Sea	Environmental monitoring and Assessment
2017	Kacar & Omuzbeken	Eastern Aegean Sea	Marine Pollution Bulletin
2015	Kalkan & Altuğ	Güllük Bay, Aegean Sea	Marine Pollution Bulletin
2017	Kayış vd.	Gölbashi and Azaplı Lakes (Adıyaman)	Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology
2011	Koloren vd.	Gaga Gölü (Ordu)	Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi
2008	Kum vd.	West Aegean Region	Journal of Aquatic Animal Health
2010	Matyar	Iskenderun Bay- Northeast Mediterranean Sea	Environmental monitoring and Assessment
2014	Matyar vd.	Seyhan Dam Lake, Seyhan River	Annals of microbiology
2009	Ozgunus vd.	Northern Turkey	The Journal of Microbiology
2008	Özler & Aydın	Groundwater in West Thrace Region of Turkey	Environmental Geology
2010	Seker vd.	Istanbul	Fresenius Environmental Bulletin
2010	Sivri & Seker	Southwestern Istanbul Coast	Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
2011	Sivri vd.	Black Sea	Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
2012	Sivri vd.	Kucukcekmece Lagoon Istanbul	Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
2012	Sivri vd.	Gulf of Gemlik - Marmara Sea	Fresenius Environmental Bulletin
2014	Sivri vd.	Erzurum Narman	Fresenius Environmental Bulletin
2014	Sivri vd.	South-western Coastal Area Istanbul	Journal of Pure and Applied Microbiology
2016	Sivri & Akbulut	South-western Coastal Area Istanbul	Biosci Biotechnol Res Asia
2017	Sivri	Marmara Sea	Advances in Biotechnology & Microbiology
2017	Sivri vd.	Istanbul	Fresenius Environmental Bulletin
2018	Sivri vd.	Kapıdağ Peninsula of Marmara Sea	Indian Journal of Marine Sciences
2019	Sivri vd.	Narman Landfill (NL) Area -Erzurum	Fresenius Environmental Bulletin
2015	Taşpınar vd.	Rize Coastal Area	Aquaculture Studies
2017	Terzi & Çapkın	Eastern Black Sea	Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences
2008	Toroğlu & Dincer	Aksu River- Kahramanmaraş	Advances in Environmental Biology
2016	Türetken & Altuğ	Aegean Sea, Turkey	Environmental monitoring and Assessment
2019	Verep vd.	Salarha Basin, Rize	Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences
2011	Yalçın & Muhammetoğlu	Antalya, Mediterranean coast	Desalination and water treatment



**Şekil 1.** 1999-2019 yılları arasında yayımlanan toplam makale sayıları.

**Figure 1.** The total number of articles published between 1999-2019 years.

Çalışmaların, bölgesel olarak yayınlanan makale sayılarına ait dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. Uluslararası nitelikte dergilerde en çok basılan yayın sayısına göre bölgeler sırasıyla, Marmara (%27), Ege (%27) ve Karadeniz (%23) bölgeleridir. Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde sınırlı sayıda çalışma yürütülmüş, İç Anadolu bölgesinde ise konu ile ilgili çalışma tespit edilememiştir. Çalışmaların genellikle “su kalitesi” başlığında yapılmış ancak “bakteriyolojik analiz” içermiyor olması nedeniyle, bu çalışma için kabul edilmemiştir. Şehirlerde yürütülen çalışmalar açısından dikkati çeken il İstanbul olmuştur.



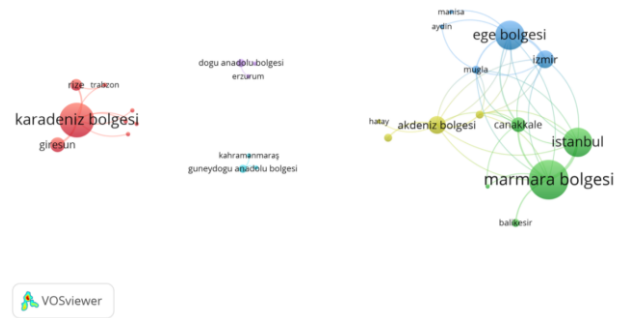
**Şekil 2.** Bölgelere göre uluslararası nitelikte dergilerde yayınlanan makale sayısı.

**Figure 2.** Number of articles published in international journals by region.

Şekil 3’te, bölgeler ve iller arasındaki iş birlik ilişkisi sosyal ağ analizi kullanılarak yapılmıştır. Şekildeki dairelerin renkleri bölgeleri temsil etmekte olup, büyüklüğü yayınların sayısı ile orantılıdır. Daireler arasındaki çizgilerin kalınlıkları ise bölgeler arasındaki işbirliğini göstermektedir. Marmara Denizi’nde yapılan çalışmaların sıklığı dikkati çekmektedir. Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinin birbirleriyle daha bağlantılı görünmesini, bazı çalışmaların en az bu bölgelerin ikisinde birden yürütülmesine bağlamak olasıdır.

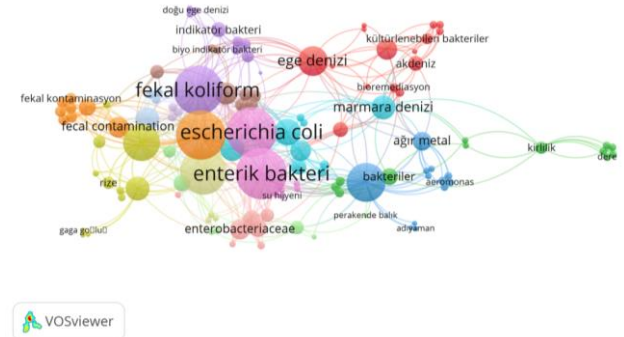
Yapılan çalışmalarda, Türkiye’deki araştırmacıların en sık kullandığı anahtar kelimeler ile

araştırma bölgeleri arasında iş birlik ilişkileri Şekil 4’te gösterilmektedir. En yoğun kullanılan kelimelerin *Escherichia coli*, enterik bakteri ve fekal koliform olduğu görülmektedir. Kelimeler arasındaki bağlantılar özellikle farklı renklerle gösterilmiştir. Dairelerin büyüklüğü bahsedilen kelimelerin sayısı, daireler arasındaki çizgilerin kalınlıkları ise çalışmalar arasındaki işbirliğinin seviyesini ile orantılıdır (Şekil 5). Yıllara bağlı analizde ise, 2013-2017 yılları arasında yapılan çalışma sayısı (23 adet), tüm çalışmaların yarısından fazladır. Dünyada bu dönemde bakteriyolojik su kalitesi ile ilgili çalışmaların oranı ile benzerlik teşkil etmektedir.



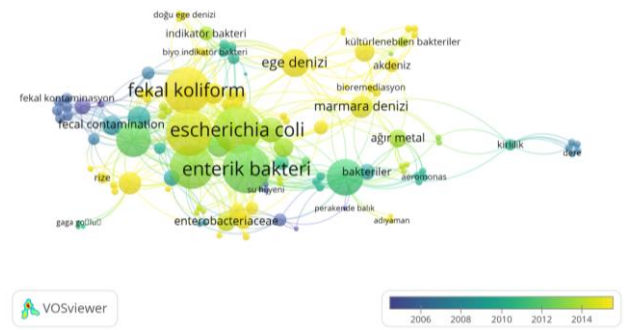
**Şekil 3.** Sosyal Ağ Analizi yardımıyla çalışma konusunda bölgesel işbirliği ilişkileri.

**Figure 3.** Regional cooperation and relationships on working with the help of Network Analysis.



**Şekil 4.** Yayınlarda kullanılan anahtar kelimelerin sıklığı ve bölgesel işbirliği ilişkileri.

**Figure 4.** Frequency of keywords used in publications and regional cooperation relationships.

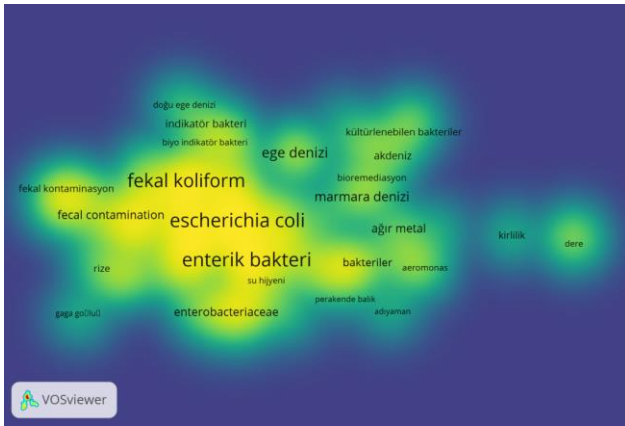


**Şekil 5.** Yayınlarda kullanılan anahtar kelimelerin bağlantısının yıllara göre incelenmesi.

**Figure 5.** Analysis of keywords used in publications by years.

Şekil 6'da, Türk araştırmacılar tarafından kullanılan anahtar kelimelerin, bölgelere göre yoğunluğunun, yoğunluk analizi kullanılarak belirlenmesi hedeflenmiştir. Kullanılan anahtar kelimelerin yoğunluğunun artması, dairelerin birbirleri içerisine geçerek büyük öbekli bölgeler oluşturmaktadır. Yayımlanan makalelerin hem başlıklarında hem içeriklerinde en sık kullanılan anahtar kelimelerin sarı renkli bölgeler oluşturmaları kelimelerin çalışmalarda sıkça beraber kullanıldıklarını göstermektedir.

Türkiye özelinde, sınırlı koşullarda tarih ve ilgili anahtar kelimelerle yapılan aramada, sıklıkla basıma kabul edilen dergiler sıralamasında, "Fresenius Environmental Bulletin" ilk sırada yer almıştır. TÜBİTAK dizin dergiler içerisinde yer alan "Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi" en çok tercih edilen dergi olmuştur.



Şekil 6. Çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerin bölgelere göre yoğunluğunun yoğunluk analizi kullanılarak belirlenmesi.

Figure 6. Determining the density of the keywords used in the studies according to the regions using density analysis.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmaya ait sonuçlar irdelendiğinde, Türkiye'deki sucül alanlarda, bakteriyolojik su kalitesi ile ilgili yapılan araştırmaların oldukça sınırlı sayıda olması en dikkat çeken tespittir. Yapılan bibliyometrik analize ait sonuçlarda, toplam 44 adet çalışmanın varlığı oldukça yetersizdir. Kaldı ki, çalışmaların belirli bölgelerle sınırlı kalması Türkiye sucül alanlarında yürütülmesi gereken en önemli konulardan biri olan bakteriyoloji konusundaki çalışmaların eksikliğini ortaya koymaktadır.

Araştırma kapsamında incelenen makalelerin, Türkiye'deki farklı üniversitelerin bünyesinde yürütüldüğü görülmüştür. Marmara Bölgesi'nde bulunan üniversitelerin yoğunluğu ve çalışma alanının özel durumu, bu bölgede yapılan yayınların sayısını arttırmıştır. Bu çalışmaların, üniversitelerin buldukları illere göre dağılım sergilediği görülmektedir. Ayrıca makale yazarlarının çalıştıkları kurumlar irdelendiğinde, uluslararası nitelikli bilimsel dergilerde kabul gören çalışmalarda 89 akademisyenin katkı yaptığı belirlenmiştir.

Sucül alanlarda yürütülen çalışmalarda çoğu kez ana hedef su kalitesinden ziyade sucül organizmalardır. Ege Bölgesi'nde yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu, balık ve midye yetiştiriciliğinden kaynaklı oluşan kirlenme potansiyelinin belirlenmesi için yapılan çalışmalardır. Marmara Bölgesi'nde ise kıyısız alanlarda artan nüfusa bağlı olarak kirlenme ve deşarj problemleri, araştırmacıları bu konuyla ilgili çalışmalar yapılmasına yönlendirmiştir. Benzer şekilde Karadeniz Bölgesi'nde tatlı su ve deniz karışım zonlarında etkileşimler ve sucül alana baskısı temel çalışma konuları olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan araştırmaların yoğunluğunun denizel ortam olması ve anahtar kelimelerin yoğunluk analizinde, "fekal koliform", "*Escherichia coli*" ve "enterik bakteri" terimlerinin sık sık ve bir arada kullanılması, deşarjdan etkilenen bakteriyel kontaminasyon kaynaklı fekal kirlilik beklentisi ile ilişkilendirilen çalışmaların varlığını ortaya koymaktadır. Çalışmalarda, genel ifadelerden ziyade özel anahtar kelimelerin kullanılması, yayınların seçiminde sınırlı kalabildiğini göstermektedir.

Sucül alanlarda bakteriyolojik su kalitesi ile ilgili çalışmalar, yüksek bütçeli projelerle ve kalifiye ekiple desteklenmesine ihtiyaç duyulan araştırmalardır. Örnek alımından laboratuvar çalışmalarına, hata kabul etmeyen; sonuçlarının doğru yorumlanabilmesi için sürdürülebilir olması gereken bilimsel başlıklar içermektedir. Ancak görülen odur ki, çalışmalar çoğu kez lisansüstü seviyesinde ve anlık veri temini odağında yürütülmekte, birçoğu uluslararası nitelikli bilimsel dergilerde kabul görememektedir. Çünkü çalışmalarda bakteriyolojik su kalitesi ile ilişkilendirilmesi beklenen ileri çalışmalar sunulamamakta, sadece anlık veya yıllık tespitler yorumlanabilmektedir. Elde edilen verilerin uzun yıllar analizi ile değerlendirilmesi ya da günümüz global problemi olan antibiyotik direnç çalışmaları ile desteklenememesi uluslararası bilimsel hedeflere uymamaktadır.

"Sucül alanlarda, "fekal koliform", "*Escherichia coli*" ve "enterik bakteri" anahtar kelimeleri ile ilintili çalışmalardan ziyade, "antibiyotik direnç", "direnç genleri" ile ilgili çalışmaların sıklığı dikkati çekmektedir (Balta vd., 2010; Balta, 2016; Balta vd., 2016). Hatta sucül organizmalar ile ilgili proje ve çalışmaların, daha ağırlıklı olduğu belirlenmiştir (Balta & Dengiz Balta, 2017; Balta & Dengiz Balta, 2019; Çardak vd., 2016). Bu çalışmaların yapıldığı sucül alanlarda, direnç konusu ile birlikte, bakteriyolojik su kalitesi çalışmalarının sürdürülmesi o sucül alanlar hakkında fikir verici nitelikte olabilir.

Son dönemde yaşanan salgın hastalıklar ve salgının sucül ekosistemlerdeki olumsuz etkileri ile karşılaşılan ülkelerde, su kalitesi ile ilgili birçok araştırma projesi sunulmuştur. Sucül alanlarda bu tip mikrobiyolojik su kalitesi çalışmalarının önemi bir kez daha

belirginleşmiştir. Ülkemizde de hem uluslararası nitelikli bilimsel dergilerde kabul görecektir ve hem de halk sağlığı ile ilişkilendirilecek, bu tarz bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulduğu aşikardır.

### TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu makalenin hazırlanmasına temel olan araştırma projesine (IUC-BAP Proje No: 32551) verdiği destekten dolayı İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederler. Ayrıca, çalışmada ekip arkadaşları ile birlikte katkı sunan Enes Emre GÖKMEN'e teşekkür ederler.

*Kısa süre önce aramızdan ayrılan ve bu çalışmada yoğun emeği olan Çevre Mühendisi Serdar AKDUMAN (05.11.1998-01.08.2020)'ı, her daim, sevgi, şükran ve minnetle anacağız.*

### KAYNAKLAR

- 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.
- Akkan, T. & Topkaraoğlu, T. (2019).** Tatlısu Kaynaklarımızdaki *Escherichia coli* İzolatlarının Antibiyotik Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi: Batlama Deresi Örneği, Giresun. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**(3), 539-544. DOI: [10.35229/jaes.650210](https://doi.org/10.35229/jaes.650210)
- 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.
- Akkan, T., Mehel, S. & Mutlu, C. (2019).** Determining the Level of Bacteriological Pollution Level in Yağlıdere Stream, Giresun. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, **5**(2), 83-88.
- Altuğ, G., Cardak, M., Ciftci, P.S. & Gürün, S. (2013).** First records and microgeographical variations of culturable heterotrophic bacteria in an inner sea (the Sea of Marmara) between the Mediterranean and the Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Biology*, **37**(2), 184-190.
- Appeltans, W., Ahyong, S.T., Anderson, G., Angel, M.V., Artois, T., Baily, N., et al. (2012).** The Magnitude of Global Marine Species Diversity. *Current Biology*, **22**(23), 2189-2202. DOI: [10.1016/j.cub.2012.09.036](https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.09.036)
- Avcı, S., Bakıcı, M.Z. & Erandaç, M. (2006).** Tokat ilindeki içme sularının koliform bakteriler yönünden araştırılması. *CÜ Tıp Fakültesi Derg*, **24**(4), 107-112.
- Avşar, C. & Berber, I. (2014).** Investigating some microbial pollution parameters of seawater and mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) of Sinop Black Sea Coastal Zone, Turkey. *Sains Malaysiana*, **43**(12), 1835-1842.
- Balkıs, N., Sivri, N., Fraim, N.L., Balcı, M., Durmus, T. & Sukatar, A. (2013).** Excessive growth of *Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kutzing and enteric bacteria in mats in the Southwestern Istanbul coast, Sea of Marmara. *IUFS Journal of Biology*, **72**(2), 41-48.
- Blettler, M.C.M., Abrial, E., Khan, F.R., Sivri, N. ve Espinola, L.A. (2018).** Freshwater plastic pollution: Recognizing research biases and identifying knowledge gaps, *Water Research*, **143**, 416-424.
- Balta, F., Sandalli, C., Kayis, S. & Ozgumus, O.B. (2010).** Molecular analysis of antimicrobial resistance in *Yersinia ruckeri* strains isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) grown in commercial fish farms in Turkey. *Bulletin of European Association Fish Pathologists*, **30**(6), 211-219.
- Balta, F. (2016).** Phenotypic, serotypic and genetic characterization and antimicrobial susceptibility determination of *Vibrio anguillarum*, isolated cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) in the southeast Black Sea, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **25**(10), 4393-4400.
- Balta, F., Dengiz Balta, Z., Özgümüş, O.B. & Çağırğan, H. (2016).** Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerinde *Yersinia ruckeri*'nin portörlük yönünden tetkiki ve antimikrobiyal direncin tespiti. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, **1**(3), 72-76.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2017).** Doğu Karadeniz'de yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan izole edilen *Vibrio anguillarum* suşlarının serotiplendirilmesi, genetik karakterizasyonu ve antimikrobiyal duyarlılığının belirlenmesi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, **64**(4), 321-328.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2019).** The isolation of *Lactococcus garvieae* from eyes of diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with exophthalmia. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*. **4**(1), 27-33. DOI: [10.35229/jaes.527258](https://doi.org/10.35229/jaes.527258)
- Bozcal, E., Uzel, A., Aydemir, S. & Skurnik, M. (2015).** Isolation of pathogenic *Yersinia enterocolitica* strains from different sources in Izmir region, Turkey. *Folia Microbiologica*, **60**, 523-529.
- Cardak, M., Özbek, E.Ö. & Kebapçioğlu, T. (2015).** Seasonal abundance and diversity of culturable heterotrophic bacteria in relation to environmental factors in the Gulf of Antalya, Eastern Mediterranean, Turkey. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, **31**(4), 569-582.
- Çardak, M., Altuğ, G., Ay, M., Erol, Ö (2016).** Investigation of the distribution of antibiotic resistance and the presence of vancomycin-resistance genes (*vanA* and *vanB*) in Enterobacteriaceae isolated from the Sea of

- Marmara, Canakkale Strait and Istanbul Strait, Turkey, *Oceanological and Hydrobiological Studies*, **1**, 1-5.
- Cole, J.J. (2003)**. Interactions Between Bacteria and Algae in Aquatic Ecosystems, Annual Review of Ecology and Systematics, 13:291-314 DOI: [10.1146/annurev.es.13.110182.001451](https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001451)
- Düzel, S. (1999)**. Ege Bölgesi Göl Sularının Bakteriyojik Yönden Araştırılması. *Bornova Vet. Kont. Araşt. Enst. Derg.*, **2**(38), 41-47.
- Ellegaard, O. & Wallin, J.A. (2015)**. The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, **105**(3), 1809-1831.
- Erkan, M.E. & Vural, A. (2006)**. Dicle Nehrinin hijyenik kalitesi üzerine bir araştırma. *Dicle Tıp Dergisi*, **33**(4), 205-209.
- Erturk, A., Sivri, N., Seker, D.Z., Gurel, M., Say, A.N. O., Tanik, A. & Ozturk, I. (2014)**. Analysis of the distribution of phytoplankton and enteric bacteria in Efteni Lake, Turkey. *African Journal of Microbiology Research*, **8**(21), 2144-2154.
- Gültekin, S., Sesal, C. & Kayhan, F.E. (2016)**. İstanbul ili Anadolu yakası doğal kaynak sularının kimyasal analizlerinin değerlendirilmesi. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, **28**(4), 132-140.
- Gürün, S. & Kimiran-Erdem, A. (2013)**. Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne Deşarj Alanındaki Bakteriyojik Kirlilik Düzeyinin İncelenmesi. *Ekoloji*, **22**(86) 48-57.
- Hacıoğlu, N. (2014)**. Physico-chemical and bacterial characteristics of surface water of sarıca stream (Canakkale/Turkey). *International Journal of Basic and Clinical Studies*, **3**, 50-56.
- Irfan, S. & Alatawi, A.M.M. (2019)**. Aquatic Ecosystem and Biodiversity: A Review. *Open Journal of Ecology*, **9**, 1-13. DOI: [10.4236/oje.2019.91001](https://doi.org/10.4236/oje.2019.91001)
- Kacar, A. & Gungor, F. (2010)**. Comparison of fecal coliform bacteria before and after wastewater treatment plant in the Izmir Bay (Eastern Aegean Sea). *Environmental Monitoring and Assessment*, **162**(1-4), 355-363.
- Kacar, A. & Omuzbuken, B. (2017)**. Assessing the seawater quality of a coastal city using fecal indicators and environmental variables (Eastern Aegean Sea). *Marine Pollution Bulletin*, **123**(1-2), 400-403.
- Kalkan, S. & Altuğ, G. (2015)**. Bio-indicator bacteria & environmental variables of the coastal zones: The example of the Güllük Bay, Aegean Sea, Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, **95**(1), 380-384.
- Kayış, F.B., Dinçer, S., Matyar, F., Takcı, H.A.M., Özdenefe, M.S. & Arkut, A. (2017)**. An Investigation of Multiple Antibiotic Resistance and Identification of Bacteria Isolated from Gölbaşı and Azaplı Lakes (Adıyaman). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **5**(1), 43-47.
- Koloren, Z., Beyhan, T.A.Ş. & Derya, K.A.Y.A. (2011)**. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nün Mikrobiyojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **2**(1), 74-85.
- Kum, C., Kirkan, S., Sekkin, S., Akar, F. & Boyacıoğlu, M. (2008)**. Comparison of in vitro antimicrobial susceptibility in *Flavobacterium psychrophilum* isolated from rainbow trout fry. *Journal of Aquatic Animal Health*, **20**(4), 245-251.
- Levac, D.E., Colquhoun, H. & O'Brien, K. (2010)**. Scoping Studies: *Advancing the Methodology, Implementation Science*, **5**, 69.
- Matyar, F., Akkan, T., Uçak, Y. & Eraslan, B. (2010)**. Aeromonas and Pseudomonas: antibiotic and heavy metal resistance species from Iskenderun Bay, Turkey (northeast Mediterranean Sea). *Environmental Monitoring and Assessment*, **167**(1-4), 309-320.
- Matyar, F., Gülnaz, O., Guzeldag, G., Mercimek, H. A., Akturk, S., Arkut, A., & Sumengen, M. (2014)**. Antibiotic and heavy metal resistance in Gram-negative bacteria isolated from the Seyhan Dam Lake and Seyhan River in Turkey. *Annals of Microbiology*, **64**(3), 1033-1040.
- Ozgumus, O.B., Sandalli, C., Sevim, A., Celik-Sevim, E., Sivri, N. (2009)**. Class 1 and Class 2 Integrons and Plasmid Mediated Antibiotic Resistance in Coliforms Isolated from Ten Rivers in Northern Turkey. *The Journal of Microbiology*, **47**(1), 19-27.
- Özler, H.M. & Aydın, A. (2008)**. Hydrochemical and microbiological quality of groundwater in West Thrace Region of Turkey. *Environmental Geology*, **54**(2), 355-363.
- Pan, J., Marcoval, M.A., Bazzini, S.M., Vallina, M.V. & De Marco, S.G. (2013)**. *Coastal Marine Biodiversity Challenges and Threats*. Marine Ecology in a Changing World. CRC Press, Boca Raton, 43-67.
- Roberto, C.G. (2016)**. Freshwater Biodiversity: A Review of Local and Global Threats. *International Journal of Environmental Studies*, **73**, 887-904. DOI: [10.1080/00207233.2016.1204133](https://doi.org/10.1080/00207233.2016.1204133)
- Seker, D.Z., Sivri, N., Fuseng, L. & Cilingirturk, A.M. (2010)**. Public Awareness of Marine Pollution in İstanbul, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, **19**(9a) 1971-1977.
- Sivri, N. & Akbulut, V. (2016)**. Antimicrobial susceptibility of Escherichia coli strains collected from the southwestern coast of İstanbul. *Biosci Biotechnol Res Asia*, **13**(2), 1-20.
- Sivri, N. & Seker, D.Z. (2010)**. Investigation of enteric bacteria of surface waters in the Southwestern İstanbul Coast by Means of GIS. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (TrJFAS)*, **10**(4), 505-511.
- Sivri, N. (2017)**. Antibiotic resistance (AR) among enteric bacteria in marine environments of Marmara Sea. *Advances in Biotechnology & Microbiology*, **6**(555694), 1-4.
- Sivri, N., Allen, M.J., Jones, M. & Akbulut, V. (2014)**. Potential public health significance of faecal contamination in South-western Coastal Area in İstanbul, Turkey. *Journal of Pure and Applied Microbiology (JPAM)*, **8**(5), 3789-3796.



- Sivri, N., Allen, M.J., Jones, M., Şeker, D.Z., Durmuş, T., Balci, M. & Balkis, N. (2018).** Distribution of enteric bacteria by means of GIS and detection of *Escherichia coli* with *UidA* gene in Kapıdağ Peninsula of Marmara Sea. *Indian Journal of Marine Sciences*, **47**, 1495-1501.
- Sivri, N., Bağcıgil, A.F., Çelik, B., Azaz, D. & Güngör, Y. (2019).** The antibiotic resistance genes in *Escherichia coli* isolates from Narman Landfill (NL) Area in Erzurum, Turkey". *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, **28**(2), 803-808.
- Sivri, N., Balci, M., Durmuş, T., Seker, D.Z. & Balkis, N. (2012).** Analysis of enteric bacteria distribution in the Gulf of Gemlik (Marmara Sea) By Means of GIS. *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, **21**(11), 3224-3232.
- Sivri, N., Cilingirturk, A.M., Seker, D.Z., Imamoglu, Z. & Ucan, O.N. (2017).** Prediction of Water Consumption in Istanbul by Means of Statistical Forecasting Models & Geographic Information Systems (GIS). *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(1), 375-382.
- Sivri, N., Okumuş, I. & Uysal, Ş. (2011).** The availability of *Mytilus galloprovincialis* for monitoring enteric bacteria". *International Journal of Electronics, Mechanical and Mechatronics Engineering (IJEMME)*, **1**(1), 49-55.
- Sivri, N., Öngen, A., Aydın, S., Güngör, Y. & Azaz, D. (2014).** Water quality assessment and monitoring pollution in an unsanitary dumpsite: A case study Erzurum Narman. *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, **23**(12b), 3374-3383.
- Sivri, N., Sandalli, C., Ozgumus, O.B., Colakoglu, F. & Dogan, D. (2012).** Antibiotic resistance profiles of enteric bacteria isolated from Kucukcekmece Lagoon (Istanbul-Turkey)". *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (TRJFAS)*, **12**, 699-707.
- Taşpınar, B., Verep, B., Terzi, E. & Çetindemir, D. (2015).** Rize ili kıyı şeridinde bakteriyolojik kirliliğin araştırılması. *Aquaculture Studies (Eski Yunus Araştırma Bülteni)*, **15**(2), 17-27.
- Terzi, E. & Çapkın, E. (2017).** Total and fecal coliform levels of aquatic environments of some trout farms in Eastern Black Sea Region of Turkey. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **2**(2), 34-37.
- Toroğlu, S. & Dincer, S. (2008).** Elimination and conjugal transfer of their resistance in isolated gram negative bacteria from Aksu River (Kahramanmaraş-Turkey). *Advances in Environmental Biology*, 124-132.
- Türetken, P.S.Ç. & Altuğ, G. (2016).** Bacterial pollution, activity and heterotrophic diversity of the northern part of the Aegean Sea, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, **188**(2), 127.
- Van Raan, T. (2014).** *Advances in bibliometric analysis: Research performance assessment and science mapping*. *Bibliometrics*: Edi.: W. Blockmans, L. Engwall, D. Weaire. Use and Abuse in the Review of Research Performance, London: Portland Press Ltd. Vol. 87, 17-28.
- Verep, B., Ölmez, B.T. & Mutlu, C. (2019).** Salarha Havzası akarsularında bakteriyolojik ve yüzeysel aktif madde kirliliğinin incelenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**(3), 565-574.
- Yalçın, Ö.B. & Muhammetoğlu, A. (2011).** Modelling inactivation rates of indicator microorganisms based on laboratory determinations of T90 for different temperature and salinity levels. *Desalination and water treatment*, **26**(1-3), 45-52.
- Zan, U.B. (2012).** *Türkiye'de Bilim Dallarında Karşılaştırmalı Bibliyometrik Analiz Çalışması*. Yayınlanmış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.



## Sediment Kalitesi Değerlendirme Çalışmalarına Bir Örnek, Boğacık Deresi (Giresun)<sup>[\*]</sup>

Cengiz MUTLU<sup>1\*</sup> Ferhunde BAYRAKTAR<sup>2</sup> Bülent VEREP<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Giresun Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Giresun/Türkiye

<sup>2</sup> Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji ABD, Giresun/Türkiye

<sup>3</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Rize/Türkiye

Geliş/Received: 10.08.2020

Kabul/Accepted: 16.09.2020

Atıf yapmak için: Mutlu, C., Bayraktar, F. & Verep, B. (2020). Sediment Kalitesi Değerlendirme Çalışmalarına Bir Örnek, Boğacık Deresi (Giresun). *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5 (3), 433-438.

How to cite: Mutlu, C., Bayraktar, F. & Verep, B. (2020). An Example of Sediment Quality Assessment Studies, Boğacık Creek (Giresun). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 433-438.

\*ID: <https://orcid.org/0000-0002-9741-4167>  
ID: <https://orcid.org/0000-0002-2575-068X>  
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4238-8325>

**\*Sorumlu yazarın:**

Cengiz MUTLU  
Giresun Üniversitesi Mühendislik Fakültesi  
Çevre Mühendisliği Bölümü, 28200/ Giresun,  
Türkiye  
✉: [cengiz.mutlu@giresun.edu.tr](mailto:cengiz.mutlu@giresun.edu.tr)  
Cep telefonu : +90 (530) 465 43 61  
Telefon : +90 (454) 310 10 00 / 4061  
Faks : +90 (454) 310 14 77

**Öz:** Bu çalışmada Boğacık Deresi (Giresun) sediment kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için Boğacık Deresi'nin üç farklı istasyonundan Mart 2017 ile Şubat 2018 tarihleri arasında aylık olarak sediment örnekleri toplanmıştır. Sedimentteki ağır metallerin seviyeleri (Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) ICP-MS ile tespit edilmiştir. Ayrıca, pH, Elektriksel İletkenlik, Su İçeriği (%) ve Organik Madde Miktarı (%) gibi değişkenler de izlenmiştir. Metal içeriklerine göre Jeoakümülyasyon İndeksi (Igeo) ve Zenginleştirme Faktörü (EF) değerleri hesaplanmış, istasyonlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak araştırılmıştır. Yüzeysel sediment örneklerindeki metallerin konsantrasyon aralıkları ppm cinsinden; Al: 44,74-9317, Cr: 4,879-22689, Mn: 127-454, Fe: 7632-14469, Co: 2,574-7,639, Ni: 0,838-5,766, Cu: 4,900-29,248, Zn: 16,346-36,107, Cd: 0,063-0,488, Pb: 13,966-50,584, Na: 1,10-669,80 ve K: 3,50-335,10 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, pH, EC, Su İçeriği (%) ve Organik Madde Miktarı (%) değerlerinin sırasıyla 6-7,3, 140-1770 mS/cm, 22,15-62,13 ve 2,5-19,74 aralığında olduğu belirlenmiştir. Sediment numunelerinin Jeoakümülyasyon İndeksi (Igeo) Sınıf 0 ile Sınıf 5 arasında, Zenginleştirme Faktörü (EF) değerleri ise 0,13 ile 7,13 arasında değişiklik göstermiştir. Sonuç olarak; Boğacık Deresi yüzeysel sediment örneklerinin antropojenik kökenli zenginleşmeye maruz kaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, Karadeniz'e deşarj olan Boğacık Deresi'nin düzenli izleme programı ile kontrol altında tutulması önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Boğacık Deresi, Giresun, ağır metal, sediment, kirlilik.

## An Example of Sediment Quality Assessment Studies, Boğacık Creek (Giresun)

**Abstract:** The aim of this study was to determine the sediment quality of the Boğacık Creek, Giresun. For this purpose, the surface sediment samples from three different stations in the Boğacık Creek were collected monthly from March 2017 to February 2018. Heavy metals (Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) levels in sediment were determined using ICP-MS. Moreover, the sediment samples were also monitored for pH, EC, Water Content (%) and Organic Matter (%) variables. The Geoaccumulation Index (Igeo) and Enrichment Factor (EF) values calculated according to metal contents and differences between stations were investigated statistically. In surface sediment samples, according to analysis results were obtained for the concentration ranges of the metals (ppm): Al: 44,74-9317, Cr: 4,879-22689, Mn: 127-454, Fe: 7632-14469, Co: 2,574- 7,639, Ni: 0,838-5,766, Cu: 4,900-29,248, Zn: 16,346-36,107, Cd: 0,063-0,488 and Pb: 13,966-50,584 and pH, EC, Na, K, Water Content (%) and Organic Matter (%) values varied between 6-7,3, 140-1770 mS/cm, 1,10-669,80 ppm, 3,50-11,335,10 ppm, 22,15-62,13, 2,5-19,74, respectively. The Geoaccumulation Index (Igeo) of Sediment samples varied between Class 0 and Class 5, while enrichment factor (EF) values varied between 0,13 and 7,13. As a result of this study, it was determined that the surface sediment samples of Boğacık Creek were exposed to enrichment of anthropogenic origin. For this reason, it is recommended that the Boğacık Creek, which flows into the Black Sea, be kept under control with a regular monitoring program.

**\*Corresponding author's:**

Cengiz MUTLU  
Giresun University, Engineering Faculty,  
Department of Environmental Engineering,  
28200 / Giresun, Türkiye.  
✉: [cengiz.mutlu@giresun.edu.tr](mailto:cengiz.mutlu@giresun.edu.tr)  
Mobile telephone: +90 (530) 465 43 61  
Telephone : +90 (454) 310 10 00 / 4061  
Fax : +90 (454) 310 14 77

**Keywords:** Boğacık Creek, Giresun, heavy metal, sediment, pollution.

[\*] Bu çalışma, yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the master thesis.

## GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ve beraberinde insanoğlunun sahip olduğu yaşam standartlarını yükseltme çabası sonucu olarak evsel, tarımsal ve endüstriyel atıklar başta olmak üzere birçok kirletici unsur akarsular, göller ve hatta denizlere bulaşabilir (Canpolat & Çalta, 2020; Akkan & Topkaraoğlu, 2019; Yılmaz vd., 2016; Akkan vd., 2013); içilebilir ve kullanılabilir su miktarında azalma ve su kalitesinde bozulma meydana getirebilir (Akın & Akın, 2007). Sularda kirletici etki yapan birçok unsur bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; organik maddeler, gübre atıkları, deterjanlar, pestisitler, petrol ve türevleri, bakteri ve virüsler gibi hastalık yapıcı canlılar ile antibiyotiklerin de dahil olduğu birçok kemoterapötik maddelerdir (Polat & Akkan, 2016; Akkan vd., 2015; Sipahi vd., 2013; Akkan vd., 2011). Bu kirletici kaynakların en önemlilerinden biri de toksik etki yapan ve biyoakümülyasyona uğrayabilen ağır metallerdir (Wang vd., 2014).

Sucul ekosistemlerin en önemli unsurlarından biri olan sediment; sucul sistemde hayatını devam ettiren canlılar için barınma, üreme ve yaşamına devam edebilmek için ise beslenme faaliyetini gerçekleştirme alanlarıdır. Sediment suyun kalitesi ile birlikte suda yaşayan canlılar üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak belirleyici rol üstlenebilmektedir. Dolayısıyla sediment kalitesi biyoçeşitliliğin ve su kalitesinin de önemli bir indikatörüdür (Gale vd., 2006; Köse, 2012). Yüzeysel sularda yapılan su kalitesi çalışmalarında, çalışma yapılan sucul ortamda bulunan sedimentlerinde göz önüne alınması ve su kalitesi analizleri ile sediment kalitesi analizlerinin de paralel olarak yapılması önem arz etmektedir. Sebebi her ne olursa olsun, sucul ortamlardaki sediment yapısında meydana gelen kirlenme süregelen bir süreci temsil etmekte olup, ortamın kirletici unsurlar tarafından zaman zaman baskı altında kaldığını doğrudan ifade etmektedir.

Tüm bu sebeplerden ötürü gerçekleştirilen bu araştırmada, Giresun ili için son derece önem arz eden tatlısu kaynaklarından biri olan ve Karadeniz'e deşarj olan Boğacık Deresi sediment yapısında; etrafında lokalize olmuş sanayi tesislerinin olası etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

**Çalışma alanı tanımı:** Bu çalışmada Giresun il sınırları dahilinde yer alan ve Organize Sanayi Bölgesi ile Sanayi Sitesi'nden geçerek Karadeniz'e deşarj olan Boğacık Deresi 3 örnekleme noktası ile 12 ay boyunca düzenli olarak izlenmiştir. Boğacık Deresi, aynı zamanda Aksu Deresi alt havzası ile de ilişkili olup, evsel atıkların yanı sıra yoğun bir şekilde sanayi atıklarına maruz kalmaktadır. 1 nolu örnekleme istasyonumuz organize sanayinin güneyin yer alıp zaman zaman evsel atıkların dahil olduğu alanı, 2 nolu istasyonumuz Organize Sanayi Bölgesini, 3 nolu

istasyonumuz ise Organize Sanayi Bölgesi ve Sanayi Sitesi'nden gelen dere suyunun Karadeniz'e deşarj olduğu alanı temsil etmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı (Google Earth).

Figure 1. Sampling area (Google Earth).

**Sediment örneklerinin toplanması:** Yüzeysel sediment örneklerimiz 12 ay boyunca her bir istasyonu temsil edecek şekilde 3 farklı noktadan toplanıp birleştirilip homojen bir karışım elde edilecek şekilde; TS 9547 ISO 5667-12'nolu standart yöntemi hususlarına göre Ekman tipi kapan örnekleme ile alınmış ve soğuk zincir altında 2 saat içerisinde laboratuvar ortamına taşınarak analiz edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Örneklerin analizinde kullanılan yöntemler.

Table 1. The methods used in the analysis of samples.

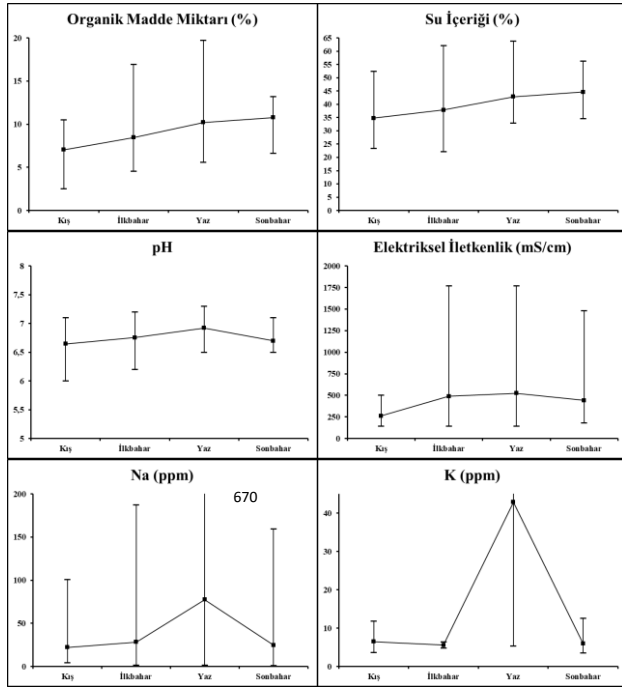
Gözlemlenen Değişken	Referans
pH	Anonim, 1995
Elektriksel İletkenlik (Eİ, mS/cm)	Anonim, 1995
Su İçeriği (Sİ, %)	Egemen, 2000
Organik Madde Miktarı (OM,%)	Anonim, 1995
Toplam Fosfor (TP)	TS 8340 (Olsen vd.)
Na	Alev Fotometre
K	Alev Fotometre
Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb	ICP-MS, ppb hassasiyetinde

Ayrıca Jeoakümülyasyon İndeksi Müller, 1979, Metal Zenginleştirme Faktörü ise Taylor (1964)'a göre hesaplanarak değerlendirilmiştir.

**İstatistiksel analiz:** Mevsimler arasındaki farklılıklarda; çalışma süresince elde edilen verilerin normallik dağılımları Shapiro-Wilk Testi ile test edilmiş olup normal dağılım gösterenlere sırasıyla Tek Yönlü ANOVA, Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi, normal dağılım göstermeyenlere ise Kruskal-Wallis Testi ile sınanmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Boğacık Deresi yüzeysel sediment numunelerinin istasyon farkı gözetmeksizin bazı yapısal özelliklerine ait ortalama mevsimsel değişim değerleri Şekil 2'deki gibidir. Elde edilen değerler mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin: organik madde miktarı (%); 9,118 (2,50-19,74), su içeriği (%); 40,054 (22,15-63,83), pH; 6,76 (6,00-7,30), Eİ (mS/cm); 429,167 (140-170), Na (ppm); 38,142 (1,10-669,8) ve K (ppm); 15,233 (3,50-335,10) olarak tespit edilmiştir.

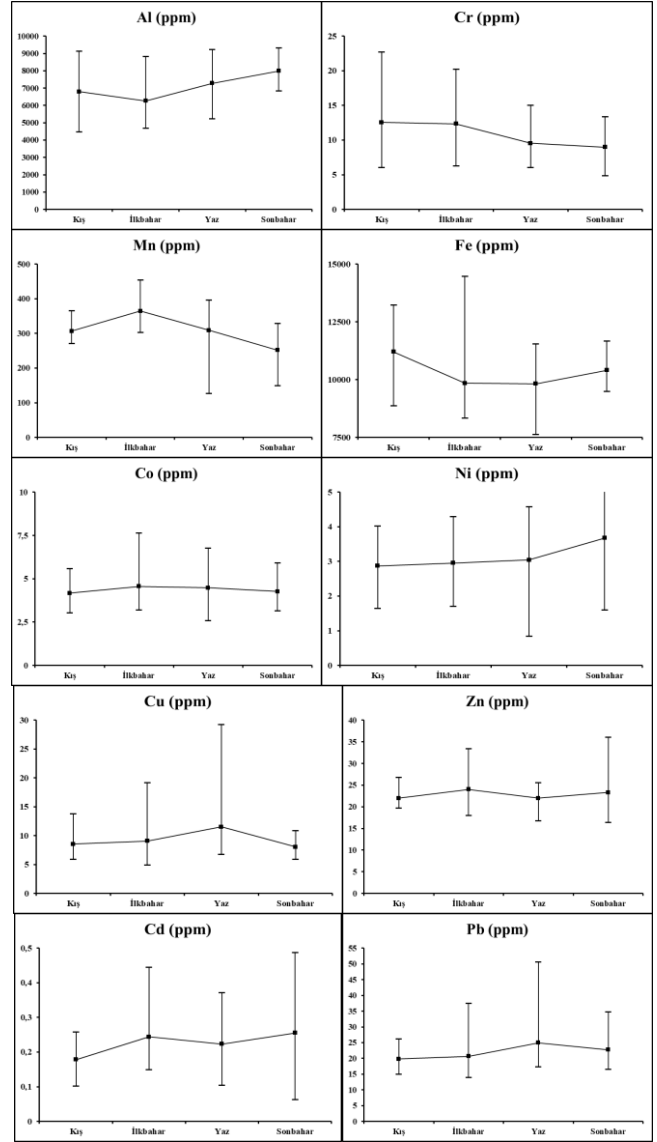


Şekil 2. Sediment örneklerinin analiz sonuçları.  
Figure 2. Analysis results of sediment samples.

Giresun il sınırları dahilinde yapılan literatür çalışmaları ile mevcut araştırma bulgularımız karşılaştırıldığında özellikle aynı coğrafyada gerçekleştirilen çalışmalara göre daha düşük pH seviyelerinin elde edildiği göze çarpmaktadır. OM, Sİ ve Eİ bakımından en yüksek değerlerin literatür bulgularına göre oldukça fazla olması ayrıca dikkati çekmektedir (Tablo 2).

Boğacık Deresi yüzey sedimenti örneklerinin mevsimlere göre ağır metal derişim değerlerinin değişimi

Şekil 3'deki gibidir. Ayrıca, 12 ay boyunca toplanan toplam 36 sediment numunesindeki ortalama metal birikim düzeyleri: Al; 7087 (4474-9317), Cr; 10,853 (4,879-22,689), Mn; 308 (127-454), Fe; 10321 (7632-14469), Co; 4,370 (2,574-7,639), Ni; 3,136 (0,838-5,766), Cu; 9,307 (4,900-29,248), Zn; 22,820 (16,346-36,107), Cd; 0,225 (0,063-0,488) ve Pb; 22,056 (13,966-50,584) ppm 'dir.



Şekil 3. Mevsimlere göre metal derişimi değişimi.  
Figure 3. Changes in metal concentration to seasons.

Tablo 2. Sediment yapılarının bazı özelliklerinin mukayesesi.  
Table 2. Comparison of some features of sediment structures.

Örnek Alanı	pH	OM %	Sİ (%)	E (S/cm)	Na (ppm)	K (ppm)	TP (mg/L)	Kaynak
Yağhdere Çayı	6,20-8,50	0,25-7,6	12,422-41,293	60-710	4,90-18,10	0,30-7		Aydın Uncumusaoglu, 2016
Gelevera Deresi	7,4	4,56	21,15					Yıldız, 2013
Gelevera Deresi	5,0 -6,4	2,20 -8,06	15,12-48,10	70-480	0,360-10,920	1,628-11,543		Kalaycı, 2019
Aksu Deresi	7,7	3,92						Şengül, 2013
Boğacık Deresi	6,0-7,3	2,5-19,74	22,15-62,13	140-1770	1,10-669,80	3,50-335,10	0,08-0,132	Mevcut Çalışma

Akkan vd., (2018) sulama suyu amacıyla kullanılan bir tatlısu kaynağımızın 4 farklı noktasından alınan sediment örneklerindeki metal konsantrasyonları değişimini ppm cinsinden Al, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ba ve Pb olmak üzere sırasıyla; 214,248-3204,650 (2246,891±178,055), 7,713-12,584 (9,686±0,311), 3,532-6,030 (4,723±0,184), 81,446-149,488 (113, 324±4,692), 3229,803-5451,602 (4637,034± 137,871), 0,695-1,692 (1,271±0,073), 1,988-5,614 (3,250±0,313), 0,157-2,091 (0,970±0,157), 4,000-11,944 (7,194±0,452), 0,142-0,896 (0,580±0,052), 33,767-85,124 (47,231±2,900) ve 4,145-8,122 (5,595±0,255) rapor etmiştir. Aydın Uncumusaoğlu vd., (2016) Giresun'da yer alan diğer bir önemli tatlısu kaynaklarından biri olan Yağlıdere Çayı'nda yapılan benzer araştırmada sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonlarını (ppm); As: 1,502-8,961, Se: 0,011-0,409, Ag: 0,070-0,844, Cd: 0,009-0,473, Na: 4,90-18,10 ve K: 0,30-7 aralığında rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise bu değişim; Al: 4474-9317 (7087±245), Cr: 4,879-22,689 (10,853±0,747), Mn: 127-454 (308±11), Fe: 7632-14469 (10321±232), Co: 2,574-7,639 (4,370±0,184), Ni: 0,838-5,766 (3,136±0,191), Cu: 4,900-29,248 (9,307±0,755), Zn: 16,346-36,107 (22,820±0,706), Cd: 0,063-0,488 (0,225±0,015) ve Pb: 13,966-50,584 (22,056±1,245) aralığında tespit edilmiştir. İlaveeten, çalışmamızda hassas olarak irdelediğimiz arsenik miktarı değişimi ise 0-2,351 ppm aralığında tespit edilmiştir.

**Tablo 3.** Mevsimlere göre Jeoakümülyasyon İndeks Sınıfı.  
**Table 3.** Geoaccumulation Index results to seasons.

	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Yaz	3	3	1	2	2	4	2	2	0	0
Sonbahar	3	3	1	2	2	4	2	2	0	0
Kış	3	3	1	2	2	4	2	2	0	0
İlkbahar	4	3	1	2	2	4	2	2	0	0

Sedimentteki kirlilik kaynaklarının tespiti için sediment kalite indeksleri araştırmacılar tarafından sıkça tercih edilen bir analiz yöntemidir. En çok tercih edilen indeksler arasında yer alan Jeoakümülyasyon İndeksi (Igeo) ne göre Boğacık Deresi sediment numunelerinde yıl boyunca ortalama değerlendirme; Al: 3. Sınıf, Cr: 3. Sınıf, Mn: 1. Sınıf, Fe: 2. Sınıf, Co: 2. Sınıf, Ni: 4. Sınıf, Cu: 2. Sınıf, Zn: 2. Sınıf, Cd ve Pb: 0. Sınıf şeklinde kaydedilmiştir (Tablo 3). Yine, Giresun ili sınırlarından Karadeniz'e deşarj olan ve en yüksek tatlısu kaynağı hacmine sahip Harşit Çayı sediment örneklerindeki araştırmada gerçekleştirilmiş olan ağır metal çalışmasında Igeo seviyelerinin; Al 2. Sınıf ile 4. Sınıf, Cr 2. Sınıf ile 5. sınıf, Mn 1. Sınıf ile 2. Sınıf, Fe 0. Sınıf ile 3. Sınıf, Co 1. Sınıf ile 2. Sınıf, Ni 3. Sınıf ile 5. Sınıf, Cu 0. Sınıf ile 2. Sınıf, Zn 0. Sınıf ile 1. Sınıf, Cd 0. Sınıf ile 1. Sınıf ve Pb 0. Sınıf ile 1. Sınıf aralığında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Eraslan-Akkan, 2017). Dolayısıyla, Harşit Çayı'nda rapor edilen Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Cd ve Pb

ağır metallerine ait Igeo değerlerinin bizim çalışmamızdaki değerler ile benzerlik taşıdığı söylenebilir. Literatür bulguları ile mevcut çalışma sonuçlarımız birlikte değerlendirildiğinde; antropojenik kökenli etkenler ile Al, Cr, Fe, Co, Cu, Zn ve Ni gibi metallerin sediment yapılarında zenginleştiği de tespit edilmiştir.

**Tablo 4.** Mevsimlere göre Zenginleştirme Faktörü Değerleri.  
**Table 4.** Enrichment Factor results to seasons.

	Al	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Yaz	0,4	0,5	1,7	1,1	0,2	1,2	1,1	3,6	6,0
Sonbahar	0,5	0,5	1,3	1,0	0,2	0,8	1,1	3,8	5,1
Kış	0,4	0,6	1,5	0,9	0,2	0,4	1,0	2,5	4,2
İlkbahar	0,4	0,7	2,1	1,2	0,2	1,0	1,2	3,9	5,0

Bir diğer sediment kalitesi değerlendirme yöntemi olan Zenginleştirme Faktörü değerleri; Saroz Körfezi'ndeki Kavak Deltası'nda; Ba: 0,08-0,95, Cd: 2,13-7,16, Cr: 0,21-1,61, Cu: 0,35-2,24, Li: 0,42-4,46, Ni: 0,48-2,98, Pb: 0,22-6,90, Se: 0,12-18,70, Sr: 0,19-3,32 ve Zn: 0,33-1,62 (Sungur & Özcan, 2015), Elazığ'daki Geli Çayı'nda; As: 50,2, Cu: 44,7, Pb: 11,4, Zn: 10,5, Ni: 19,3, Co: 19,2 ve Cr: 3,48 (Kalender & Uçar, 2013), Giresun'daki Harşit Çayı'nda; Cr: 0,35-1,63, Mn: 1,03-7,73, Co: 0,32-4,27, Ni: 0,28-1,04, Cu: 1,45-9,39, Zn: 2,26-13,81, Cd: 2,05-30,89 ve Pb: 3,89-43,04 olarak rapor edilmiştir (Akkan Eraslan, 2017). Bizim çalışmamızda ortalama Zenginleştirme Faktörü (EF) değerleri ise; Al: 0,4, Cr: 0,6, Mn: 1,7, Co: 1,1, Ni: 0,2, Cu: 0,9, Zn: 1,1, Cd: 3,5 ve Pb: 5,1 olarak kaydedilmiştir (Tablo 4). Literatür ile mukayese edildiğinde Boğacık Deresi sediment yapısında antropojenik katkının var olduğu ortaya çıkmaktadır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Sucul ekosistemlerde sediment, çökme eğilimindeki kirleticilerin doğal deposu görevini üstlendiğinden ve bulunduğu sucul ekosistemlerin doğal hafızası konumunda yer aldığından izleme çalışmalarında sürekli olarak ele alınmaktadır. Boğacık Deresi'nin 3 farklı noktasından 12 ay boyunca toplanan yüzey sedimenti örneklerinin hem temel fizikokimyasal özellikleri hem de mevcut ağır metal birikimi mevsimsel olarak incelenmiş ve jeoakümülyasyon indeksi ile zenginleşme faktörü sonuçlarına göre kirlenmenin kaynağı araştırılmıştır. Elde edilen bulgular ve çalışma boyunca edinilen gözlemler ışığında; dere yatağındaki antropojenik tahribata bağlı değişimin sediment pH seviyesini hafif asidik özellikte tutmasının bir nedeni olduğu, Boğacık Deresi sedimentinde metal zenginleşmesinin ise antropojenik etki altında gerçekleştiği sonucuna varılmıştır. Yine çalışma alanı boyunca antropojenik kökenli organik kirleticilerin akarsu hattına sıkça deşarj olduğu gözlemlenmiş ve bu durum nicel olarak % OM değerleri ile de doğrulanmıştır. Dolayısıyla, bir bütün

olarak ele alındığında mevcut durum Boğacık Deresi'nin mutlak suretle sürekli izleme programıyla denetim altında tutulmasını ve noktasal kirletici kaynakların tespitinin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Aksi halde, araştırma boyunca gözlemediğimiz bir husus olan; üçüncü örnekleme istasyonunun tamamıyla deniz suyunun etkisi altında kaldığı izlenimi dikkate alındığında, Boğacık Deresi hattı boyunca meydana gelecek olan metal kirliliği hem sucul ekosistemi hem yöre halkını hem de akarsuyun deşarj olduğu Karadeniz ekosistemini olumsuz yönde etkileyeceği aşikardır.

## TEŞEKKÜR

Giresun Üniversitesi BAP Komisyonunca FEN-BAP-A-101016-137 kodla desteklenmiştir. Çalışmaya değerli fikirleri ile katkı sunan proje ekibi Prof. Dr. Elif Neyran SOYLU ve Doç. Dr. Tamer AKKAN'a teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Akın, M. & Akın, G. (2007).** Suyun önemi, Türkiye'de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Dergisi*, **47**(2), 105-118.
- Akkan, T. & Topkaraoğlu, T. (2019).** Determination of antibiotic resistance levels of *Escherichia coli* isolates obtained from freshwater sources: Batlama Creek. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**(3), 539-544.
- Akkan, T., Kaya, A. & Dinçer, S. (2011).** Hastane atık sularıyla kontamine edilen deniz suyundan izole edilen Gram Negatif bakterilerin sefalosporin grubu antibiyotiklere karşı direnç düzeyleri. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, **4**(1), 18-21.
- Akkan, T., Kaya, A. & Dinçer, S. (2013).** Antibiotic levels and heavy metal resistance in Gram negative bacteria isolated from Seawater, Iskenderun Organized Industrial Zone. *Journal of Applied Biological Sciences*, **7**(1), 10-14.
- Akkan, T., Kaya, A. & Dinçer, S. (2015).** Balık çiftliklerinin ekolojik tahribatına bir örnek: Bakterilerdeki antibiyotik dirençliliğine etkileri, İskenderun Körfezi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, **6**(1), 20-27.
- Akkan, T., Yazicioglu, O., Yazici, R. & Yılmaz, M. (2018).** An examination of ecological and statistical risk assessment of toxic metals in sediments at Siddıklı Dam Lake: A case study in Kırşehir, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **27**(12), 8104-8111.
- Anonim, (1995).** *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19 th Ed. APHA, AWWA, WPCF, Washington.

- Aydın Uncumusaoğlu, A., Mutlu, C. & Kayış, İ. (2016).** Determining the Sediment Quality of Yağlıdere Stream (Giresun). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **4**(12), 1221-1227.
- Canpolat, Ö. & Çalta, M. (2020).** Determination the Heavy Metal Contents of Wastewater from the Leather Factory. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, **8**(3), 752-758.
- Egemen, Ö. (2000).** Çevre ve Su Kirliliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No 42, 116, Bornova, İzmir.
- Eraslan-Akkan, B. (2017).** *Harşit Çayı (Giresun)'nın Su Kalitesi ve Su Kirliliği Seviyesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 107s.
- Gale, R.J.B., Gale, S.J. & Winchester, H.P.M. (2006).** Inorganic Pollution Of The Sediments Of The River Torrens. *South Australia. Environ Geol.*, **50**, 62-75.
- Kalaycı, A.K. (2019).** *Gelevera Deresi (Giresun) Sediment Kalitesinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 61s.
- Kalender, L. & Uçar, Ç. (2013).** Assessment of metal contamination in sediments in the tributaries of the Euphrates River, Using pollution indices and the determination of the pollution source. Turkey. *Journal of Geochemical Exploration*, **134**, 73-84.
- Kayış, İ. (2016).** *Yağlıdere Çayı (Giresun) Sediment Kalitesinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 65s.
- Köse, E. (2012).** *Porsuk Çayı Su, Sediment ve Bazı Balık Türlerinde Ağır Metal Miktarlarının Araştırılması*. Doktora Tezi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 181s.
- Müller, G. (1979).** Schwermetalle in den sedimenten des Rheins - Veranderungen seit 1971. *Umschau*, **79**(24), 778-783.
- Polat, N. & Akkan, T. (2016).** Assessment of heavy metal and detergent pollution in Giresun Coastal Zone, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **25**(8), 2884-2890.
- Sipahi, N., Mutlu, C. & Akkan, T. (2013).** Giresun İlinde tüketime sunulan bazı balıklardan izole edilen Enterobacteriaceae üyelerinin antibiyotik ve ağır metal dirençlilik düzeyleri. *Gıda*, **38**(6), 343-349.
- Sungur, A. & Özcan, H.J. (2015).** Chemometric and geochemical study of the heavy metal accumulation in the soils of a Salt Marsh Area (Kavak Delta, NW Turkey). *Soils Sediments*, **15**, 323-331.
- Şengün, E. (2013).** *Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans. Tezi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 81s.

- Taylor, S.R. (1964).** Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **28**, 1273-1285.
- Uncumusaoglu, A.A., Sengul, U. & Akkan, T. (2016).** Environmental contamination of heavy metals in the yaglidere stream (Giresun), Southeastern Black Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, **25**, 5492-5498.
- Wang, L.F., Yang, L.Y., Kong, L.H., Li, S., Zhu, J.R. & Wang, Y.Q. (2014).** Spatial distribution, source identification and pollution assessment of metal content in the surface sediments of Nansi Lake, China. *Journal of Geochemical Exploration*, 9p.
- Yıldız, İ. (2013).** *Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 81s.
- Yılmaz, M., Teber, C., Akkan, T., Er, C., Kariptas, E. & Ciftci, H. (2016).** Determination of heavy metal levels in different tissues of tench (*Tinca tinca* L., 1758) from Siddikli Kucukbogaz dam lake (Kirsehir), Turkey, *Fresen. Environ. Bull.*, **25**, 1972-1977.



## Fırtına Havzasının Bazı Havza Karakteristikleri ile Arazilerin Fizyografik Özelliklere Göre Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi [\*]

Turan YÜKSEK<sup>1\*</sup> Ali Erdem ÖZÇELİK<sup>1</sup> Bülent Verep<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Fener Yerleşkesi/ Rize, Türkiye.

<sup>2</sup> Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Zihni Derin Yerleşkesi, 53100, Rize, Türkiye.

Geliş/Received: 09.09.2020

Kabul/Accepted: 29.09.2020

Atf yapmak için: Yüksek, T., Özçelik, A.E. & Verep, B. (2020). Fırtına Havzasının Bazı Havza Karakteristikleri ile Arazilerin Fizyografik Özelliklere Göre Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 439-449.

How to cite: Yüksek, T., Özçelik, A.E. & Verep, B. (2020). Determination of Some Basin Characteristics and Distribution of Lands According to Physiographic Features of Fırtına River Basin Using Geographical Information Systems. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(3), 439-449.

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

ID: <https://orcid.org/0000-0001-5877-1738>

ID: <https://orcid.org/0000-0003-4238-8325>

**\*Sorumlu yazar:**

Turan YÜKSEK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Fener Mah. Zihni Derin Yerleşkesi / Rize, Türkiye

✉: [turan.yuksekk@erdogan.edu.tr](mailto:turan.yuksekk@erdogan.edu.tr)

Mobile telephone : +90 (532) 632 78 35

Fax : +90 (464) 223 52 08

**Öz:** Doğal kaynakların sürdürülebilir planlaması ve yönetimi bütünsel havza planlama ve yönetimi ilkelerine göre yapılmalıdır. Başarılı bir bütünsel havza planlamanın ortaya konulabilmesi için planlamanın yapılacağı havzanın alt havzaları ile birlikte sahip olduğu havza karakteristik özellikleri ile arazilerin yükselti, bakı, eğim ve kayaç türlerine göre dağılımlarının doğru bir şekilde belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla çok büyük bir yağış havzası olan Fırtına deresi yağış havzası doğu ve batı olmak üzere iki büyük alt havza gurubuna ayrılmış ve sahip olduğu bazı arazi karakteristikleri ile arazilerin yükselti, eğim, bakı ve kayaç guruplarına göre dağılımları Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla ortaya konulmuştur. Araştırma sonucuna göre Fırtına deresi yağış havzasının drenaj alanı 1155.44 km<sup>2</sup>'dir. Fırtına deresi batı havza gurubundaki arazilerinin % 60.12'si gölgeli bakılar üzerinde, % 39.88'i güneşli bakılar üzerinde yer almaktadır. Jeolojik formasyonlara göre en geniş arazi varlığı 29041.02 ha (%34.96) ile granit-mikrogranit-granodiorit serisinde ve eğime göre en geniş arazi varlığı 19684.21 ha (%23.70) ile %31-40 eğim gurubunda yer almaktadır. Durak deresi yağış havzası arazilerinin % 53.40'ı gölgeli bakılar, % 46.60'ı güneşli bakılar üzerindedir. Durak havzasında eğime göre en geniş arazi varlığı (8191.90 ha) %31-40 eğim gurubunda ve kayaç gurubuna göre en geniş arazi varlığı %61.68 ile granit-mikrogranit-granodiorit kayaç gurubunda yer almaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Arazi kullanım planlama, coğrafi bilgi sistemi (CBS), Durak deresi havzası, Fırtına deresi havzası, havza karakteristikleri.

## Determination of Some Basin Characteristics and Distribution of Lands According to Physiographic Features of Fırtına River Basin Using Geographical Information Systems

**Abstract:** Sustainable planning and management of natural resources should be done according to integrated watershed planning and management principles. In order to reveal a successful integrated watershed management plan, it is very important to determine the basin characteristics and the distribution of the lands according to elevation, angle, slope and rock types together with the sub-basins of the basin where the planning will be made. For this purpose, the Fırtına river basin, which is a very large rainfall basin, has been divided into two large sub-basin groups, east and west, and the distribution of the lands according to elevation, slope, aspect and rock groups with some land characteristics has been revealed with using the Geographical Information System (GIS). According to the results of the research, the drainage area of the Fırtına river basin is 1155.44 km<sup>2</sup>. 60.12% of the lands in the western basin group of Fırtına river basin are located on shady exposure and 39.88% on sunny exposure. According to the geological rock groups, the largest land is in the granite-microgranite-granodiorite series with 29041.02 ha (34.96 %) and the largest land according to the slope is in the 19684.21 ha (23.70%) inclination group of 31-40 %. 53.40% of the Durak river basin lands are on shady exposure and 46.60% on sunny exposure. In Durak river basin, the largest land according to slope (8191.90 ha) is in the slope group of 31-40% and the largest land according to the rock group is in the granite-microgranite-granodiorite rock group with 61.68%.

**Keywords:** Altitude, basin characteristics, Durak river basin, Fırtına river basin, geographical information system (GIS), Land use planning.

**\*Corresponding author's:**

Turan YÜKSEK

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Engineering, Department of Landscape Architecture, Fener Mah. Zihni Derin Campus / Rize, Türkiye

✉: [turan.yuksekk@erdogan.edu.tr](mailto:turan.yuksekk@erdogan.edu.tr)

Mobile telephone : +90 (532) 632 78 35

Fax : +90 (464) 223 52 08



## GİRİŞ

Havzalar, sahip olduğu karakteristik özelliklerine bağlı olarak sürdürülebilir çevre yönetimi, insan ve diğer canlıların yaşantısında çok önemli bir yere sahiptirler. Havzalar bir yandan üzerine düşen yağış sularını toplayarak kendi sınırları içerisindeki coğrafyaya hayat verirken, diğer yandan akışı tamamlayarak diğer havzalardaki su kütleleri birleşir ve diğer havzaların kaynak değerlerine hizmet etmeye devam ederler. Havzaların sahip olduğu kaynak değerleri, havzanın büyüklüğü, şekli, fizyografisi, iklimi, drenaj yapısı, arazi kullanım durumu, bitki örtüsü, jeolojik yapısı ve toprak durumu, hidrolojisi, madenler, hidrojeolojisi ve sosyo-ekonomik yapısı gibi özelliklere bağlı olarak değişmektedir.

Havzalardaki yerel, ulusal veya küresel ölçekteki suyun hareketi tüm ekosistemler ve yaşam için çok büyük bir öneme sahiptir. Hidrolojik akışlar su, enerji ve biyo-jeokimyasal döngüler arasında bağlantı sağlar, iklim sisteminin işlevini etkiler ve canlı organizmalar için kritik destek sağlar (Vorosmarty vd., 1998; Bonan, 2008). Bu nedenle, su dünya çapında çeşitli karmaşık jeopolitik ve sosyo-ekonomik konularla iç içedir (Wagner vd., 2010). Havzaların sahip olduğu karakteristik özelliklerinin tespit edilmeden yetersiz veriler ile planlama yapılması veya planlama yapmaksızın kullanılması çok önemli sorunlara neden olmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik seviyelerine bağlı olarak havzalardaki sorunlar da farklı olabilmektedir. Ancak temelde havzalardaki sorunlar; fiziksel problemler (çoğunluğu havzanın sahip olduğu karakteristik özellikler ile alakalı sorunlar, sosyo-ekonomik sorunlar (fakirlik, düşük eğitim seviyesi, sosyal baskıların politika yapıcılarını etkilemesi, yasalara aykırı kaynak kullanımı, vb) (Yüksek, 2004; Özhan, 2004; Göl vd., 2017), kaynak kullanım sorunları (aşırı kullanım, plansız kullanım, altyapı yetersizliği, hatalı arazi kullanım şekli, akarsulardaki hatalı ıslah uygulamaları, hatalı ormancılık uygulamaları, hatalı kentsel veya kırsal yerleşim, vb) havza doğal kaynaklarının tahrip edilmesidir (arazi dönüştürme, orman yangınları, heyelan, toprak kayması, erozyon, su kirliliği, vb), idari ve yönetsel sorunlar ve hala ivedilikçe çözüm bekleyen mülkiyet sorunlarıdır (Yüksek, 2004; Özhan, 2004). İster kaynağı belli noktasal, ister kaynağı belli olmayan (non-point) kökenli olsun havza büyüklüğüne bağlı olarak havza sorunları artmakta ve bu sorunların çözümü karmaşık bir hal alabilmektedir.

Havza sorunlarının doğru biçimde çözümlenebilmesi için havzaların sahip olduğu tüm kaynak değerlerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi yanı sıra havza karakteristiklerinin de doğru bir şekilde ve multi-disipliner bir bakış açısı ile tespit edilmesi gerekir. Bu değerlerin tespitinden sonra başarılı entegre havza yönetim modeli ortaya konulabilir. Ülkemizdeki farklı havzaların sahip olduğu havza karakteristiklerinin belirlenmesi ile alakalı

direkt veya indirekt olarak yapılmış çalışmalar (Akkaya Aslan vd., 2004; Göl & Dengiz, 2007; Dengiz & Göl, 2008; Yüksel vd., 2008; Elibüyük & Yılmaz, 2010; Yılmaz vd., 2011; Dindaroğlu vd., 2012; Bağdatlı & Öztürk, 2014; Taş, 2016; Reis vd., 2016; Göl vd., 2017; Reis vd., 2017a; Reis vd., 2017b; Yüksel vd., 2018; Reis & Dindaroğlu, 2018; Yüksek vd., 2019; Bilgili vd., 2020; Reis & Dindaroğlu, 2020; Dutal & Reis, 2020;) olmakla birlikte; ülkemizin tüm büyük havzalarının havza karakteristiklerinin tespit edilmesi başarılı entegre havza yönetim planlarının oluşturulması için son derece önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, kaynak değeri bakımından ülkemizin önemli havzalarından biri olan Fırtına deresi yağış havzasına ait bazı havza karakteristikleri ile arazilerin yükselti, eğim, bakı ve kayaç guruplarına göre dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri belirlenmesi ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesidir.

## MATERYAL VE METOT

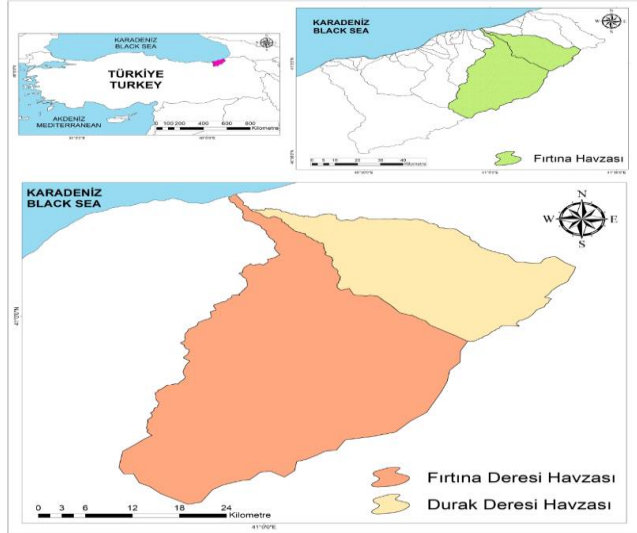
**Araştırma Sahası Coğrafi Konumu ve Bazı İklim Özellikleri:** Fırtına Havzası sahip olduğu doğal kaynak değeri bakımından sadece Rize'nin değil, Türkiye ve dünyanın önemli havzalarındandır. Rize ilin 45 km doğusunda olan Fırtına deresi havzası ildeki en büyük yağış havzasıdır (Şekil 1). Fırtına Deresi Havzası deniz seviyesinden itibaren güneye doğru 3937 m yükseltiye kadar erişmektedir. Fırtına deresi yağış havzası iklim verilerinin yorumlanmasında Pazar istasyonunu 1990-2019 yıllarına ait veriler, Fırtına deresi yağış havzasında yağışın yükseltiye göre değişiminin yorumlanmasında Çamlıhemşin ve Ayder istasyonları 2013-2019 yıllarına ait verilerden yararlanılmıştır. Araştırma alanı yıllık ortalama maksimum sıcaklık 25.55 °C, ortalama sıcaklık 13.91°C ve ortalama minimum sıcaklık 5.94 °C'dir. Ortalama en düşük minimum sıcaklık Şubat (-1.89 °C), ve ortalama en sıcak ayı ağustostur (22.88 °C) (Tablo 1).

Fırtına havzasındaki aylık toplam yağış ocak ayından nisan ayına kadar doğrusal bir şekilde azalmakta, daha sonra ekim ayına kadar artmakta ve sonra tekrar azalmaktadır. Yıl içinde en yağışlı ay 288 mm ile ekim, en az yağışın olduğu ay 78 mm ile nisan'dır. Yıl içinde Rize genelinde olduğu gibi biri az yağışlı (ilkbahar), diğeri çok yağışlı (yaz, sonbahar ve kış) yağış rejimi hakimdir.

Thorntwaite yöntemine göre Fırtına havzasının iklim tipi (A B'1 r a') rumuzu ile ifade edilen çok nemli, orta sıcaklıkta (mezotermal), su noksanı olmayan veya pek az olan denizel iklim özelliklerine sahiptir (Yüksek, 2017). Fırtına havzası içerisinde yükseltiye bağlı olarak yağış miktarı  $R^2=0.9212$  ile doğrusal bir şekilde azalmaktadır (Şekil 2). Pazar meteoroloji istasyonuna göre Çamlıhemşin'deki yağış miktarı %41 oranında azalırken; Ayder'deki azalma %55 seviyesindedir.

**Table 1.** Pazar Meteoroloji İstasyonuna ait bazı iklim elemanları (Rasat Dönemi: 1990-2019).**Table 1.** Some climatic elements of the Pazar Meteorology Station (Observation Period: 1990-2019).

Pazar Meteoroloji İstasyonu (Rasat Dönemi: 1990-2019)												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	18.47	20.32	23.27	26.75	28.44	28.84	29.81	29.43	29.28	27.63	23.49	20.83
Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	-1.42	-1.89	-0.84	2.08	7.22	12.08	15.16	16.59	12.16	7.71	2.58	-0.13
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.21	6.31	8.06	11.29	15.48	19.73	22.21	22.88	19.65	15.86	11.2	8
Aylık Toplam Yağış (mm)	164.33	145.65	133.14	78.48	80.81	134.59	135.81	175.89	274.02	288.88	244.76	237.23
Aylık Nispi Nem (%)	70.75	70.55	71	72.98	76	76.45	77.75	78.38	77.4	77.26	72.03	70.59

**Şekil 1.** Fırtına Deresi Havzası coğrafi (konumsal) gösterimi.**Figure 1.** Geographical location of Fırtına River Basin.

Fırtına vadisinde özellikle 500 m yükseltiden sonra çok yoğun sis meydana gelmektedir. Orta ve yüksek kesimlerde daha yoğun bir kar yağışı olmaktadır. Ancak ilgili rasat istasyonları sis olarak yere inen yağışı ölçebilecek nitelikte değildir (Yüksek, 2013). Güner ve ark., (1987) yaptıkları bir araştırmada Rize yöresinde vadi yamaçlarından alpin katın doruklarına doğru sislerin gelgitlerinin yoğun olarak görüldüğünü, sis ile yere inen yağış miktarının Rize yağışında büyük değerlere ulaştığını ve bu

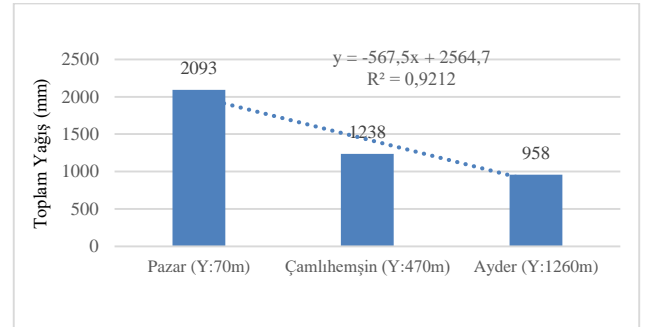
**Table 2.** Fırtına deresi yağış havzası veri grupları ve alt veri grupları.**Table 2.** Data and sub data groups in Fırtına river basin.

Veri Grupları	Üretilen Haritalar	Veri Sınıfları Değer Aralıkları		Alt Veri Grupları	
		Fırtına Deresi Havzası	Düzlük Deresi Havzası	Fırtına Deresi Havzası	Durak Deresi Havzası
Yükselti	Yükselti Basamakları	0 – 3900 (m)	0 – 3600 (m)	13	12
Eğim	Eğim Bilgisi	0 – 110 (%)	0 – 80 (%)	10	8
Bakı	Yön Bilgisi	Yüzey bakış yönü	Yüzey bakış yönü	8	8

**Table 3.** Fırtına Havzasına ait bazı karakteristiklerin hesaplanmasında kullanılan Yöntemler (Yüksek vd, 2019).**Table 3.** Methods used to calculate some watershed characteristics of Fırtına river basin.

Havza Karakteristikleri	Hesaplama Yöntemi (Özhan, 2004).	Sembollerin Açıklaması
Havzanın Form Faktörü	$F = \frac{A}{L^2}$	F: Form faktörü, A: Havza Alanı (Km <sup>2</sup> ), L: Havza uzunluğu (km),
Havzanın Şekil Faktörü	$F = \frac{L^2}{A}$	Rc: Dairesellik Oranı P: Havzanın çevresi (km)
Havzanın Dairesellik Oranı (Rc)	$Rc = \frac{4\pi A}{P^2}$	Σ L: Eğri uzunluklarının toplamı
Maksimum Reliyet (H)	H = X - Y	H: Havzanın maksimum reliyefi
Oransal Reliyet (Rho)	$Rho = \frac{H}{P}$	X: Havzanın en yüksek noktası (m), Y: Havzanın en düşük noktası (m)
Havzanın Ortalama Yükseltisi (Hy)	$Hy = \frac{a1b1+a2b2+\dots+anbn}{A}$	a: iki eşyüksele arasındaki alan (ha), h: İki eşyüksele eğrisi arasındaki yükselti (m)

olayın Rize ormanlarına bir “sis ormanı” huyiyeti kazandırdığını belirtmişlerdir.

**Şekil 2.** Fırtına havzasında yükseltiye bağlı olarak yağış değişimi (Rasat Dönemi: 2013-2019).**Figure 2.** Precipitation change in the Fırtına river basin depending on elevation (Observation Period: 2013-2019).

## METOD

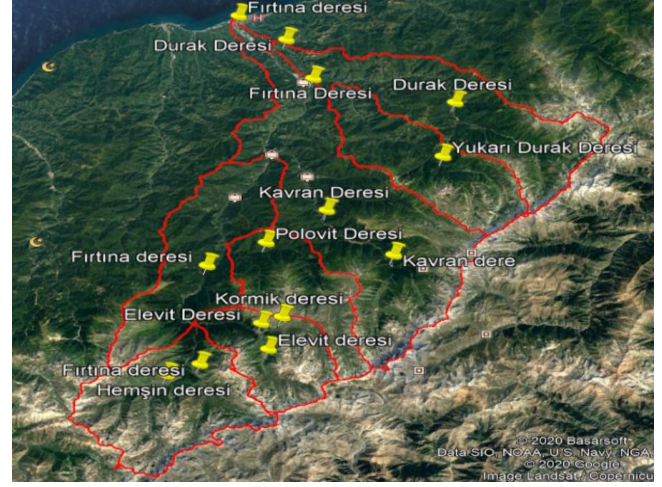
Çalışma alanı olarak belirtilen Fırtına deresi yağış havzasında coğrafi veri analizleri; veri gruplarının, veri alt gruplarının oluşturulmasında ve gerekli olan tüm uygulamalar ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu duruma dayalı olarak oluşturulan ve üretilen başlıca veri grupları ve alt-veri grupları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Havza karakteristik özelliklerinin hesaplanmasında kullanılan yöntemler Tablo 3’te verilmiştir.

## BULGULAR

Fırtına deresi yağış havzasına ait arazi karakteristikleri havzanın doğu ve batısında yer alan alt havza guruplarına göre değerlendirilmiştir (Şekil 3, Tablo 4). Fırtına deresi yağış havzası batı havza gurubu ve doğu havza gurubu alt havzalarının form faktörleri sırasıyla 0.29 ve 0.31 olup her iki havzanın form faktörü 1 den küçüktür (Tablo 5). Buna göre her iki havzanın fiziki yapısı dar ve uzun havza niteliğindedir. Havza içinde kuzeyden güneye doğru gidildikçe doğu-batı yönünde genişlemekte, havzanın yükseltisi ve eğimi artmaktadır. Fırtına deresi yağış havzası 1155.44 km<sup>2</sup> drenaj alanına sahiptir. Durak ve yukarı durak deresi alt havzalarının birleşmesi ile meydana gelen Durak deresi havasının drenaj alanı 324.68 km<sup>2</sup> olup, tüm Fırtına deresi yağış havzası drenaj alanının % 28.10'nu oluşturmaktadır. Batı havza gurubu Hemşin deresi, Elevit deresi, Polovit deresi, Çat deresi, Kavran deresi ve Fırtına

mansap alt havza guruplarından meydana gelmektedir (Şekil 3, Tablo 4).



Şekil 3. Fırtına deresi yağış havzası alt büyük havza gurupları.  
Figure 3. Sub-major basin groups in Fırtına river basin.

Tablo 4. Fırtına Deresi Yağış Havzası alt havza gurupları.

Table 4. Sub-basin groups of Fırtına river basin.

Havza Gurubu	Havza Adı	Alt Havzalar	Havza Alanı (ha)	Toplam Alan (km <sup>2</sup> )
Doğu Havza Gurubu	Durak Deresi Havzası	Yukarı Durak Deresi Havzası	13163.03	324.68
		Durak Deresi Havzası	19305.00	
		Hemşin Deresi Havzası	16166.00	
		Fırtına Deresi Havzası	9005.00	
Batı Havza Gurubu	Fırtına Deresi Havzası	Polovit Deresi Havzası	10222.00	830.76
		Çat Deresi Havzası	15687.00	
		Kavran Deresi Havzası	24414.69	
		Fırtına Mansap	7581.67	

Fırtına deresi yağış havzası batı havzasındaki havzaların toplam alanı 830.76 km<sup>2</sup> olup tüm Fırtına deresi yağış havzası drenaj alanının % 71.90'nını oluşturmaktadır.

Batı havza gurubu Fırtına deresi yağış havzası uzunluğu 53.12 km, genişliği 27.34 km ve çevresi 155.17 km iken; doğu havza gurubu Durak deresi havzasının uzunluğu 32.56 km, çevresi 93.31 km'dir (Tablo 5). Fırtına deresi batı havza gurubunun ortalama yükseltisi Durak deresi havzasından %20 daha fazladır.

Tablo 5. Fırtına Deresi Yağış Havzası bazı havza karakteristikleri.

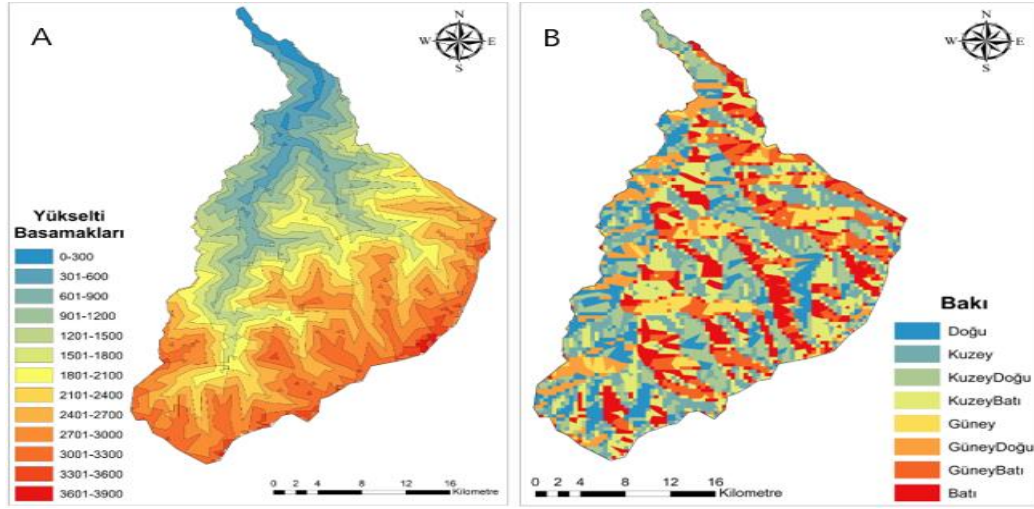
Table 5. Some basin characteristics of Fırtına river basin.

	Fırtına Deresi	
	(Batı Havza Gurubu)	(Doğu Havza Gurubu)
Havza Alanı (km <sup>2</sup> )	830.76	324.68
Havza Uzunluğu (km)	53.12	32.56
Havza Genişliği (km)	27.34	15.73
Havza Çevresi (km)	155.17	93.31
Havzanın Form Faktörü	0.29	0.31
Havzanın şekil faktörü	3.40	3.26
Havzanın dairesellik oranı	0.35	0.38
Havzanın Ortalama Yükselti (m)	2047	1632
Havzanın maksimum reliyefi (m)	3897	3405

Batı havza gurubu Fırtına deresi havzası arazilerinin % 60.12'si (49 929.24 ha) gölgeli bakılar üzerinde, arazilerin % 39.88'i (33 116.54 ha) güneşli bakılar

üzerinde yer almaktadır. Gölgeli bakılar içerisinde en fazla arazi % 29,45 ile kuzeybatı bakıda, en az arazi %19.49 ile doğu bakılarda bulunmaktadır. Gölgeli bakılar üzerinde en az arazi varlığı % 0.11 ile 3601-3900 m yükselti kademesinde, en fazla arazi % 10.93 ile 2701-3000 m yükseltileri arasında bulunmaktadır (Şekil 4A). Kuzeydoğu bakıda 3601-3900 m yükselti kademesinde arazi varlığı tespit edilmemiştir. Gölgeli bakılardaki arazilerin % 16.58'i 1500m yükselti kademesinin altında yer alırken; geriye kalan arazilerin %83.42 oranındaki araziler 1500-3900 m yükseltileri arasında yer almaktadır. Güneşli bakılar üzerinde en fazla arazi varlığı %38.88 (12874,8 ha) ile batı bakılarda, en az arazi varlığı %16.64 (5509.27 ha) ile güney bakılarda yer almaktadır. Güneşli bakılarda en fazla arazi varlığı 4833.13 ha (%5.82) ile 2701-3000 m yükselti kademesinde; en düşük arazi varlığı 98.22 ha (%0.12) ile 3601-3900 m yükselti kademesinde bulunmaktadır (Şekil 4B). Güneşli bakılardaki arazilerin % 11.74'ü 1500m yükselti kademesinin altında yer alırken geriye kalan arazilerin %88.26'sı 1500-3900 m yükseltileri arasında yer almaktadır (Tablo 6).

Jeolojik formasyonlara göre en geniş arazi varlığı 29041.02 ha (%34.96) ile granit-mikrogranit-granodiorit serisinde; en az arazi varlığı 0.57 ha ile Trakiandezitik tuf serisinde yer almaktadır (Şekil 5).



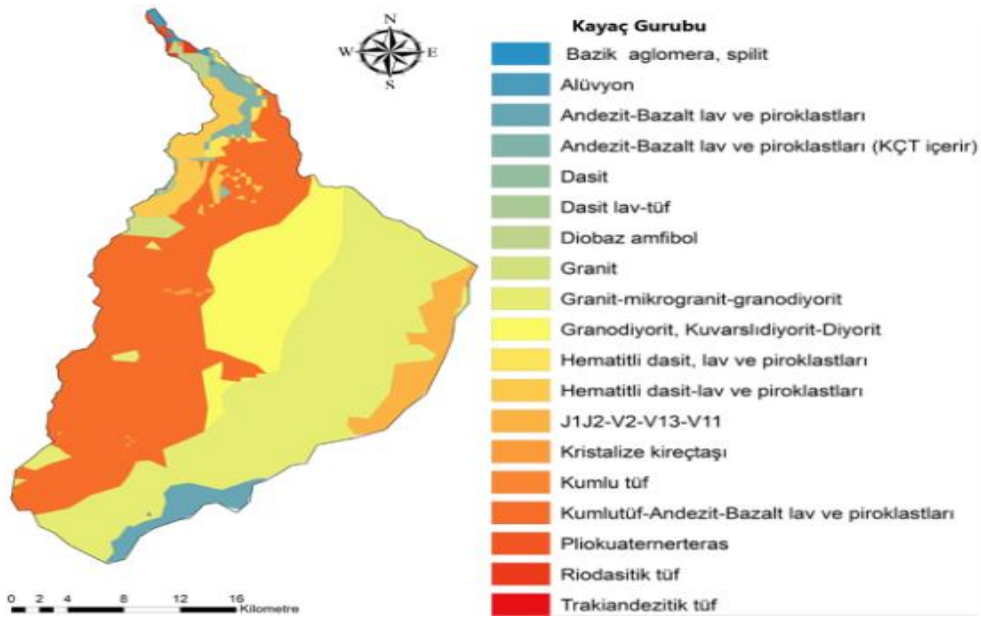
Şekil 4. Fırtına deresi batı havza gurubundaki arazilerin yükselti ve bakıya göre dağılımları.

Figure 4. The distribution of lands in the western basin group of Fırtına river basin according to elevation and aspect.

Table 6. Batı havza gurubu-Fırtına deresi havzasındaki arazilerin yükselti basamağı ve bakıya dağılımları.

Table 6. Distribution of the lands according to elevation step and exposure in western basin group of Fırtına river basin.

Grupları	Yükselti Kademeleri (m)												Alan (ha)	
	0-300	301-600	601-900	901-1200	1201-1500	1501-1800	1801-2100	2100-2400	2401-2700	2701-3000	3001-3300	3301-3600		3601-3900
Doğu	47.72	421.38	937.25	769.81	788.47	665.13	583.51	1.062.87	1.393.17	2.027.29	917.92	108.15	8.39	9.731.06
Kuzey	174.19	320.33	645.97	881.96	1.292.75	1.220.25	1.402.30	1.451.20	1.815.01	1.939.31	1.242.49	222.59	27.95	12.636.29
Kuzeydoğu	564.41	630.75	694.13	815.90	787.23	1.119.34	1.105.24	1.474.48	1.856.75	2.432.10	1.298.37	78.27	0.00	12.856.96
Kuzeybatı	152.25	580.07	988.69	1.083.11	1.188.35	1.229.16	1.433.37	1.538.25	1.899.56	2.676.53	1.672.37	210.49	52.71	14.704.90
Güney	0.37	129.83	240.33	384.39	515.02	879.23	774.50	809.14	705.63	517.74	488.30	53.55	11.24	5.509.27
Güneydoğu	80.64	537.79	767.77	792.71	652.44	417.03	376.50	317.16	426.03	771.01	613.53	88.55	34.92	5.876.07
Güneybatı	136.23	278.16	539.89	818.35	693.70	877.41	816.25	898.75	1.604.22	1.231.56	884.04	77.85	0.00	8.856.40
Batı	151.11	597.79	724.79	850.42	856.39	963.11	1.170.29	1.437.96	2.356.88	2.312.82	1.199.56	201.62	52.06	12.874.80
Toplam	1.306.92	3.496.09	5.538.83	6.396.64	6.774.34	7.370.66	7.661.95	8.989.80	12.057.25	13.908.37	8.316.57	1.041.07	187.26	83.045.75
Alan (%)	1.57	4.21	6.67	7.70	8.16	8.88	9.23	10.83	14.52	16.75	10.01	1.25	0.23	100.00



Şekil 5. Batı havza gurubu-Fırtına deresi havzasındaki kayaç guruplarının dağılımı.

Figure 5. Distribution of the rock groups in western basin group of Fırtına river basin.

Eğim guruplarına göre en geniş arazi varlığı 19718.66 ha ile %31-40 eğim gurubunda; en düşük arazi varlığı %14.32 ile %100-110 eğim gurubunda yer almaktadır (Tablo 7). Eğim gurubuna göre arazi varlığının % 32.36' sı % 0-30 eğimde, %61.63'ü % 30.01-60 eğim gurubunda ve

geriye kalan % 6.28 arazi varlığı > %60.01 eğim gurubunda yer almaktadır. İlgili değerlerden de görüldüğü üzere eğim guruplarına göre en geniş arazi varlığı %30.01-60 eğim gurubunda yer almaktadır.

Batı havza gurubu-Fırtına deresi havzasında en geniş arazi varlığı 19684.21 ha (%23.70) ile %31-40 eğim

gurubunda, en az arazi varlığı 14.32 ha (% 0.02) ile % 101-110 eğim gurubunda bulunmaktadır (Tablo 8).

**Table 7.** Batı havza gurubu-Fırtına deresi havzasındaki arazilerin kayaç gurubu ve eğime göre dağılımları.

**Table 7.** Western basin group-Distribution of lands in Fırtına river basin according to parent material and inclination.

Kayaç Gurubu	Eğim Gurubu (%)										Alan (ha)
	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-110	
Bazik aglomera. spilit	8.46	4.40	10.82	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.66
Alüvyon	137.29	43.78	20.63	7.67	8.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	217.79
Andezit-Bazalt lav ve piroklastları	92.28	331.09	392.02	584.60	443.33	151.83	87.95	43.13	0.00	0.00	2.126.22
Andezit-Bazalt lav ve piroklastları (KÇT içerir)	131.65	178.78	183.07	497.04	208.83	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	1.200.94
Dasit	0.00	16.55	14.76	59.63	24.62	6.04	0.00	0.00	0.00	0.00	121.59
Dasit lav-tüf	14.59	30.75	52.46	49.10	8.34	8.49	0.00	0.00	0.00	0.00	163.73
Diobaz amfibol	21.16	76.35	132.22	119.09	61.89	12.81	0.00	0.00	0.00	0.00	423.51
Granit	41.36	68.14	163.09	188.28	121.30	129.61	0.00	0.00	0.00	0.00	711.78
Granit-mikrogranit-granodiyorit	852.00	3.752.99	6.429.73	6.849.29	5.846.82	4.000.28	1.165.44	107.21	23.94	13.31	29.041.02
Granodiyorit. Kuvarlıdiyorit-Diyorit	271.10	736.93	1.419.04	2.399.43	3.447.29	2.129.73	759.22	154.33	20.28	0.00	11.337.33
Hematitli dasit-lav ve piroklastları	59.76	356.20	543.94	1.443.13	654.63	242.56	2.04	0.00	0.00	0.00	3.302.26
Hematitli dasit. lav ve piroklastları	21.22	81.73	96.16	246.49	114.31	14.36	7.00	0.00	0.00	0.00	581.28
J1J2-V2-V13-V11'	207.31	411.99	870.92	1.009.61	666.52	282.60	172.51	14.38	14.38	0.00	3.650.21
Kristalize kireçtaşı	18.29	32.38	57.49	7.31	5.59	44.19	4.95	6.51	0.95	0.00	177.67
Kumlu tüf	0.00	0.00	13.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.91
Kumlu-tüf-Andezit-Bazalt lav ve piroklastları	755.99	2.781.85	4.733.29	6.214.91	7.380.63	5.205.62	2.007.23	502.04	111.36	1.01	29.693.92
Pliokuaterneras	58.56	29.18	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	92.84
Riodasitik tüf	19.47	44.45	58.49	38.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	160.53
Trakiandezitik tüf	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57
Toplam	2.710.48	8.977.54	15.197.70	19.718.66	18.992.52	12.229.70	4.206.34	827.59	170.90	14.32	83.045.75

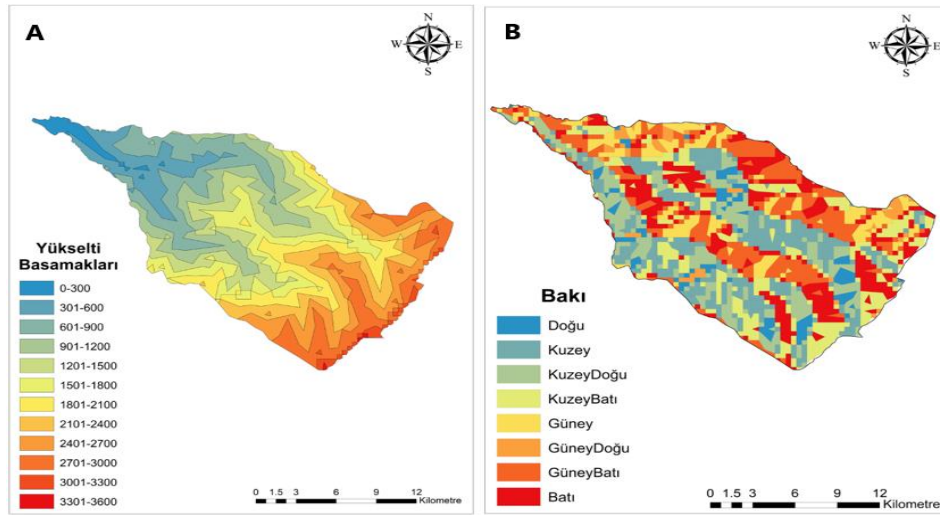
**Table 8.** Batı havza gurubu-Fırtına deresi havzasındaki arazilerin eğim ve yükselti guruplarına göre dağılımları.

**Table 8.** Western basin group-Distribution of lands in the Fırtına river basin according to inclination and elevation groups.

Eğim Gurubu (%)	Yükselti Kademeleri (m)												Alan (ha)	Alan (%)	
	0-300m	301-600m	601-900m	901-1200m	1201-1500m	1501-1800m	1801-2100m	2101-2400m	2401-2700m	2701-3000m	3001-3300m	3301-3600m			3601-3900m
0_10	361.69	188.15	225.76	170.38	150.18	101.1	162.4	149.89	217.83	342.2	510.56	106.46	28.75	2.715.35	3.27
11_20	262.72	560.34	640.37	801.09	498.57	428.05	584.77	694.68	866.28	1622.3	1702.24	251.83	75.73	8.988.98	10.82
21-30	316.26	611.36	1.027.14	765.15	893.31	1.109.40	996.34	1.116.77	2031.56	3577.8	2562.38	165.48	6.53	15.179.49	18.28
31_40	275.13	1299.52	1.917.72	1.760.46	1340.97	1.426.73	1.421.34	1.658.10	2900.4	3369.45	2037.64	252.27	24.47	19.684.21	23.7
41_50	90.32	680.8	1.077.84	1.605.51	1991.42	2.006.05	2.037.53	2.461.71	2860.35	3018.09	995.37	188.71	14.38	19.028.07	22.91
51_60	0.96	138.37	546	1.097.84	1298.35	1.381.50	1.565.93	2.100.77	2266.7	1435.76	333.3	38.08	26.95	12.230.50	14.73
61_70	0	17.55	104	190.41	448.32	697.51	727.26	639.37	789.6	402.7	145.7	43.92	0	4.206.34	5.07
71_80	0	0	0	5.8	138.39	193.02	136.18	154.71	86.06	70.32	32.39	10.74	0	827.59	1
81_90	0	0	0	0	14.38	27.3	30.2	13.81	38.47	32.36	0	0	14.38	170.9	0.21
101_110	0	0	0	0	0.44	0	0	0	0	13.88	0	0	0	14.32	0.02
Alan (ha)	1.307.08	3.496.09	5.538.83	6.396.65	6.774.34	7.370.66	7.661.95	8.989.80	12.057.26	13.884.86	8.319.57	1.057.49	191.18	83.045.75	100
Alan (%)	1.57	4.21	6.67	7.7	8.16	8.88	9.23	10.83	14.52	16.72	10.02	1.27	0.23	100	

Durak deresi yağış havzası arazilerinin % 53.40'ı gölgeli bakılar, % 46.60'ı güneşli bakılar üzerindedir. Güneşli bakılarda yükselti kademelerine göre en geniş arazi varlığı 2202.42 ha (% 14.56) ile 601-900 m yükselti kademesinde; en az arazi varlığı 79.25 ha (% 0.52) ile 3001-3300 m yükselti kademesinde yer almaktadır (Şekil 6A). Gölgeli bakılarda en geniş arazi varlığı % 55.67 ile 1501-3000m yükselti kademesi iken; güneşli bakılarda en geniş arazi %5 0.39 ile 0-1500m yükselti gurubundadır. Durak havzasındaki arazilerin %52.39'u 1501-300m yükselti gurubunda, % 46.20'si 0-1500m yükseltide ve % 1.41> 3000

m yükseltide bulunmaktadır (Tablo 9). Gölgeli bakılar içerisinde en geniş arazi varlığı 5961.89 ha (5 34.39) ile kuzey bakıda, en az arazi varlığı 1659.97 ha (%9.57) ile doğu bakılar üzerindedir. Gölgeli bakılar üzerinde en geniş arazi 2264.06 ha (% 13.06) ile 2400-2700 m yükselti kademesinde yer alırken; en az arazi varlığı 34.55 ha (%0.20) 3301-3600 m yükselti kademesinde yer almaktadır. Güneşli bakılarda en geniş arazi varlığı 5612.66ha(%37.10) güneybatı bakıda, en az arazi varlığı 915.55 ha (% 6.06) ile güneydoğu bakılardadır (Şekil 6B, Tablo 9).



Şekil 6. Durak deresi havzasındaki arazilerin yükselti ve bakıya göre dağılımları.

Figure 6. The distribution of lands according to elevation and aspect in Durak river basin.

Tablo 9. Doğu Havza gurubu- Durak deresi havzasındaki arazilerin yükselti basamağı ve bakıya dağılımları.

Table 9. Distribution of lands in the east Basin group Durak according to elevation step and exposure.

Baki Gurubu	Yükselti Kademeleri (m)											Alan (ha)	Alan (%)	
	0-300 m	301-600m	601-900m	901-1200m	1201-1500m	1501-1800m	1801-2100m	2100-2400m	2401-2700m	2701-3000m	3001-3300m			3301-3600m
Doğu	5.31	95.34	187.52	206.84	211.94	154.05	120.34	161.16	316.79	200.34	0.33	0.00	1.659.97	5.11
Kuzey	54.25	333.33	638.98	666.25	945.21	924.96	906.80	660.54	388.12	290.40	132.08	20.96	5.961.89	18.36
Kuzeydoğu	185.81	419.68	469.65	670.39	667.16	457.79	362.46	463.90	673.10	340.22	35.01	0.08	4.745.25	14.62
Kuzeybatı	56.83	326.95	405.70	388.51	444.11	614.51	345.62	436.43	886.05	877.80	174.66	13.51	4.970.68	15.31
Güney	92.15	409.87	585.99	437.84	283.55	284.33	205.78	155.14	369.57	182.92	10.76	0.00	3.017.90	9.29
Güneydoğu	14.52	104.30	256.31	85.83	66.78	58.00	33.34	24.42	79.58	190.82	2.65	0.00	916.55	2.82
Güneybatı	204.18	609.66	607.96	598.50	840.79	880.03	705.87	594.28	387.17	184.20	0.01	0.00	5.612.66	17.29
Batı	73.54	226.95	752.17	763.35	609.62	450.35	540.02	735.50	787.76	578.04	65.83	0.00	5.583.13	17.20
Alan (ha)	686.58	2.526.07	3.904.28	3.817.51	4.069.17	3.824.02	3.220.24	3.231.37	3.888.15	2.844.75	421.34	34.55	32.468.03	
Alan (%)	2.11	7.78	12.02	11.76	12.53	11.78	9.92	9.95	11.98	8.76	1.30	0.11	100.00	100.00

Durak deresi yağış havzasında en geniş alanda (%61.68) granit-mikrogranit-grandiorit kayalık gurubu en az alanda %0.03 ile riodasidik tüfler bulunmaktadır. Granit-mikrogranit-grandiorit havzadaki tüm eğim guruplarında en

geniş alanda yayılan hakim kayalık gurubudur. Havza genelinde %0-40 eğim gurunda 145.58 ha alüvyon alan bulunmaktadır (Tablo 10).

Tablo 10. Doğu Havza gurubu- Durak deresi havzasındaki arazilerin kayalık gurubu ve eğime göre dağılımları.

Table 10. Distribution of lands in the east Basin group Durak according to parent materials and inclination.

Kayaç Gurubu	Eğim Gurubu (%)								Alan (ha)	Alan (%)
	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80		
Alüvyon	51.21	73.52	17.45	3.39	0.00	0.00	0.00	0.00	145.58	0.41
Andezit-Bazalt lav ve piroklastları (KÇT içerir)	34.62	83.07	114.56	54.89	5.39	0.00	0.00	0.00	292.53	0.82
Bazalt. killi KÇT. kum_tüf. mikrokonglomera ardalanması	1.03	15.21	22.08	19.23	117.19	32.66	0.00	0.00	207.40	0.58
Dasit lav-tüf	5.19	78.21	245.43	296.67	288.84	100.83	11.51	0.00	1.026.69	2.89
Gabro-Diyorit-Kuvarşlıdyorit	2.07	5.68	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.57	0.03
Granit-mikrogranit-granodiyorit	458.78	2.300.20	3.500.40	4.547.18	5.827.20	3.623.20	1.590.00	28.75	21.875.71	61.68
Granodiyorit. Kuvarşlıdyorit-Diyorit	57.29	148.72	248.36	283.11	276.20	170.33	18.47	0.00	1.202.48	3.39
Hematitli dasit-lav ve piroklastları	53.64	134.60	211.12	272.13	88.45	2.86	0.00	0.00	762.79	2.15
Hematitli dasit. lav ve piroklastları	78.01	186.79	238.96	173.68	28.00	0.38	0.00	0.00	705.80	1.99
J1J2-V2-V13-V11'	70.23	171.34	224.41	388.61	410.70	103.56	71.88	0.00	1.440.73	4.06
Kumlutüf-Andezit-Bazalt lav ve piroklastları	278.44	1.133.02	2.056.38	2.305.20	1.450.20	450.19	27.20	0.00	7.700.63	21.71
Pliokuaternerteras	51.14	31.57	4.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.77	0.24
Riodasitik tüf	5.75	5.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.34	0.03
Alan (ha)	1147.4	4367.52	6885.02	8344.09	8492.17	4484.01	1719.07	28.7523	35.468.03	
Alan (%)	3.24	12.31	19.41	23.53	23.94	12.64	4.85	0.08	100.00	100.00

Durak deresi havzasında arazilerin %35.24'ü %0-30 eğim gurubunda, % 60.88'i %31-60 eğim gurubunda ve %3.88'i >%61 eğim gurubunda yer almaktadır. Havza

genelindeki arazilerin %3.48'i %0-10 eğim gurubunda yer almaktadır (Tablo 11).

**Tablo 11.** Doğu Havza gurubu- Durak deresi havzasındaki arazilerin eğim ve yükselti kademelerine göre dağılımları  
**Table 11.** Distribution of lands in the east Basin group Durak according to inclination and elevation steps.

Eğim Gurubu (%)	Yükselti Kademeleri (m)										Alan (ha)		
	0-300m	301-600m	601-900m	901-1200m	1201-1500m	1501-1800m	1801-2100m	2100-2400m	2401-2700m	2701-3000m		3001-3300m	3301-3600m
0-10	205.26	204.77	172.06	84.80	57.26	81.30	25.68	43.13	34.95	220.69	0.61	0.00	1.130.50
11-20	257.62	570.93	643.56	367.51	232.98	301.75	288.09	214.31	417.30	609.59	52.67	6.42	3.962.73
21-30	164.93	762.93	1.381.26	749.36	678.40	436.95	336.38	321.48	726.94	671.79	116.67	0.00	6.347.08
31-40	55.43	756.41	1.245.07	1.136.57	1.280.04	833.24	622.23	592.67	886.53	657.98	125.73	0.00	8.191.90
41-50	3.34	212.57	333.35	1.091.33	1.200.50	1.369.17	1.015.63	826.04	1.003.20	537.30	90.10	16.41	7.698.96
51-60	0.00	18.45	88.66	305.14	562.97	636.95	638.74	870.42	597.64	122.03	21.20	14.78	3.876.99
61-70	0.00	0.00	2.35	82.80	57.02	164.65	264.75	363.32	223.07	34.67	38.46	0.00	1.231.11
71-80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.75
81-90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
101-110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alan (ha)	686.58	2.526.07	3.866.32	3.817.51	4.069.17	3.824.02	3.220.24	3.231.37	3.889.63	2.854.05	445.44	37.61	32.468.03
Alan (%)	2.11	7.78	11.91	11.76	12.53	11.78	9.92	9.95	11.98	8.79	1.37	0.12	100.00

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Tüm dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de havzalardaki önemli sorunlar insanlar tarafından yürütülen çeşitli faaliyetler sonucu ortaya çıkmaktadır. İnsan etkisiyle meydana gelen tahribat, havza içindeki ekolojik dengeyi bozduğundan, uzun vadede zararlı ve kalıcı olumsuz etkilere yol açtığı ifade edilmektedir (EPA, 2003; Yüksek, 2004 ). Eğitim seviyesinin giderek artmasına karşın, doğal kaynakların plansız kullanılması nedeniyle çevresel sorunlar, özellikle sel, taşkın ve heyelan çok ciddi seviyede can ve mal kaybına neden olan afetler hem ülkemizde hem de dünya genelinde artarak devam etmektedir. Havzaların eğimli ve engebeli arazi yapısına sahip olması ve buna bağlı olarak toplumların dağıntık yerleşimleri havza sorunlarının daha fazla artmasına yol açmakta ve bu sorunların çözümü zor ve karmaşık bir hale gelmektedir (Yüksek, 2004). Ülkemizin farklı bölgelerindeki havzaların sahip oldukları fonksiyonlar birbirinden farklı olduğu için, yapılacak olan planlamaların da havza karakteristiklerine bağlı olarak birbirlerinden farklı olması gayet doğaldır.

Ekosistemlerin sürdürülebilir planlaması ve yönetiminin bütünleşik havza planlama ve yönetimine göre yapılması kaçınılmaz zorunluluktur. Bütünleşik havza planlama ve yönetim modelinin doğru bir şekilde yapılabilmesi için havzaların sahip olduğu ve planlama temel teşkil eden havza karakteristiklerinin: örneğin doğal ortama ait jeomorfoloji (Boyras ve Budak, 2017; Yüksek, 2019), tarihi ve sosyal şartlar (Yalçınlar, 1967) yükselti, eğim, bakı (Şahin ve Kaya, 2011; Yüksek, 2019), iklim (sıcaklık, nem, rüzgar, vb) (Gedikli, 2018; Yüksek, 2019) su, tarım arazisi, yol unsurları yerleşme yerlerinin seçimi, konumlandırılmasında belirleyici rol oynayan (Göl, 2008; Karagel ve Karagel, 2010; Atasoy ve Özşahin, 2013; Esen

ve Avcı, 2017; Yüksek vd, 2019) havza karakteristiklerinin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekir.

Fırtına Deresi Yağış havzası genelinde arazilerin % 58.22'si (672.67km<sup>2</sup>) gölgeli bakılar (doğu, kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı), % 41.78'i (482.77 km<sup>2</sup>) güneşli bakılar (güney, güneydoğu, güneybatı ve batı) üzerinde yer almaktadır. Ancak Fırtına havzası genelinde kentsel ve kırsal yerleşim planlamasında, altyapı (yol, su, elektrik, kanalizasyon, drenaj, vb) bunun yeterince dikkate alınmadığı görülmektedir. Havza genelinde arazi kullanımlarında bakıya göre arazi dağılımlarının yeterince dikkate alınmadığı görülmekte ve her iki bakıda da aynı nitelikte arazi kullanımı sürdürülmektedir. Oysaki arazilerin bakı faktörü yanında eğim ve jeolojik yapılarında da farklılıklar mevcuttur. Bakıya göre toprak özellikleri ve topraktaki su miktarları da birbirinden farklıdır. Bakıya göre arazi niteliklerinin göz ardı edilerek kullanılması bir yandan arazilerin verim kapasitelerini azaltmakta, tarımsal verimliliği düşürmekte; diğer yandan bu alanlardaki sel-heyelan ve taşkın risklerinin daha da artmasına neden olmaktadır. Nitekim havzaların sahip olduğu havza karakteristikleri dikkate alınmadan yapılan aşırı yol yoğunluğu, yetersiz drenaj uygulamaları, çay bahçelerindeki tarla trafiği ve arazi kullanımına ait hatalı uygulamaların sel-taşkın ve heyelan afet riskini daha da artırdığı belirtilmektedir (Yüksek vd., 2019). Yine doğu Karadeniz'de yapılan pek çok araştırmada plansız arazi kullanımları ve arazi üzerindeki tarla trafiği arttıkça toprakların sıkıştığı, geçirgenliğinin azaldığı ve yüzeysel akışa geçen su miktarının arttığı ortaya konulmuştur (Yüksek&Kalay 2002; Yüksek, 2009a; Yüksek, 2009b; Yüksek vd, 2009; Yüksek ve Yüksek, 2009). Yine havzalardaki jeolojik yapı ve kayaç gruplarına (Asidik Kayaçlar: Granit, mikro-granit, granodiorit vb ve Nötr kayaç gurubu: Andezit, bazalt, altere andezit, biyotitli andezit, bazalt, dasit kayaçlar) ve arazi kullanımlarına

(Tarım-Orman-Otlak) bağlı olarak topraklarda tutulan su miktarları ve toprakların erozyona uğrama eğilimlerinin farklı olduğu belirtilmektedir (Yüksek, 2001). Bu nedenle Fırtına havzası doğal kaynak planlamalarında, kentsel ve kırsal alan dönüşüm planlamalarında jeolojik yapı ve arazi kullanım şekillerinin hassas bir şekilde dikkate alınması gerekir.

Fırtına havzası genelinde tüm doğu Karadeniz'de olduğu gibi dağınık bir yerleşim düzeni bulunmaktadır. Dağınık yerleşim düzeni hem altyapı çalışmalarını ve bakım onarım çalışmalarını zorlaştırmakta hem de maliyetini artırmaktadır. Nitekim pek çok araştırmada dağınık yerleşim düzeninin yol, su, elektrik, altyapı hizmetlerinin yürütülmesini hem zorlaştırdığı, hem de pahalıya mal olmasına neden olduğu belirtilmektedir (Yüksek ve Yüksek, 2003; Çağlar, 2013; Yüksek vd., 2017).

Türkiye'de en geniş arazi varlığı oranı % 18 ve Karadeniz Bölge ortalaması %16 ile 1000-1250 metre iken (Elibüyük ve Yılmaz, 2010), Fırtına deresi yağış havzasında en geniş arazi varlığı %14.50 (167.53 km<sup>2</sup>) ile 2700-3000 m yükselti kademesinde bulunmaktadır. Fırtına Deresi Batı Havza Gurubunun ortalama yükseltisi 2047, Durak deresi yağış havzasının ortalama yükseltisi 1632 metredir. Fırtına havzası genelinde en geniş arazi varlığı %24.39 ile %31-40 eğim gurubunda yer almaktadır. İlgili değerlerden görüleceği üzere Fırtına havzası genelinde arazi ağırlıklı Karadeniz bölgesi ve Türkiye ortalamasına kıyasla eğimin fazla olduğu üst rakımlarda bulunmaktadır. Dolayısıyla Fırtına deresi havza planlamasında arazilerin yükseltiye ve eğim guruplarına göre dağılımları da bir diğer önemli faktör olarak dikkate alınmalıdır. % 0-30 eğim gurubundaki arazi varlığı %33.17 iken; %31-60 eğimleri arasındaki arazi varlığı %61.46 ve >%60 eğim gurubundaki arazi ise % 5.37 seviyesindedir. Fırtına havzasında toplam arazinin % 33.17'si % 0-30 eğim arasında ve %61.46'sı ise %31-60 eğimleri arasında yer almaktadır. Doğu Karadenizde en fazla arazi % 51.03 ile % 20-50 arasındaki eğim gurubunda yer almaktadır (Elibüyük ve Yılmaz, 2010). İlgili değerlerden görüleceği üzere Fırtına havzasındaki araziler doğu Karadeniz ortalamalarına göre daha fazla eğime sahiptir. Ayarica Fırtına havzasındaki ortalama yükselti doğusundaki Fındıklı Çağlayan havzasından daha yüksektir. Bu nedenle Fırtına havzasındaki arazi planlaması ve yönetiminde havza karakteristiklerinin eğimi daha az olan havzalara kıyasla daha hassas biçimde değerlendirilmesi ve planlamalara dahil edilmesi gerekir.

Fırtına havzası genelinde jeolojik yapı, arazi kullanım şekli, bitki örtüsü niteliği itibarıyla birbirlerine göre farklı araziler ve alt havzalar bulunmaktadır. Bu nedenle bu havzaların planlamalarında büyük havza ölçeği yanı sıra havza karakteristiklerinin farklı olduğu alt

havzaların da dikkate alınması sürdürülebilir entegre havza yönetimi için çok faydalı olabilir. Tüm doğu Karadenizde olduğu gibi Fırtına havzası genelinde de havzaların sahip olduğu drenaj alanı büyüklükleri, havza karakteristikleri, havzalardaki yağış-akış rejimleri dikkate alınmadan akarsu yatakları ve yakın çevresinde yapılan hatalı uygulamalar sonucu çok ciddi biçimde sel-taşkın ve heyelan olayları meydana gelmektedir. Akarsu ve yakın çevresindeki bu tip hatalı uygulamaların terk edilmesi gelecekte oluşması muhtemel risklerin azaltılması bakımından büyük önem arz etmektedir. Planlamalarda havza kriterlerinin dikkate alınması bir yandan doğal kaynakların korunmasına katkı sağlayacak, diğer yandan yürütülecek yatırımların daha uzun süreli ve ekonomik olarak hizmet vermesi sağlanabilecektir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında Rize İline ait ihtiyaç duyulan bazı coğrafi verilerin temini yönünde katkı sunan Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü Coğrafi Bilgi Sistemleri Araştırma Geliştirme Laboratuvarı (KTÜ GIS Lab) ekibine teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Akkaya Aslan, Ş.T., Gündoğdu, K.S. & Demir, A.O. (2004).** Sayısal yükseklik modelinden yararlanılarak bazı havza karakteristiklerinin belirlenmesi: Bursa Karacabey İnkaya Göleti havzası örneği. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, **18**(1), 167-180.
- Atasoy, A. & Özşahin, E. (2013).** Yükseltiye bağlı olarak nüfus değişir mi? Hatay örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, **6**(26), 92-108.
- Bağdath, C. & Öztürk, B. (2014).** Havza morfolojik özelliklerinin belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) etkin rolü. *SAÜ. Fen Bil. Der.* **18**(1), 11-19.
- Bilgili, A., Dindaroğlu, T., Demir, M. & Önal, M. (2020).** Oltu Anzav Bağları havzasında arazi kullanımı ve bazı fizyografik karakteristikler ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, **24**(1), 85-95.
- Bonan, G.B. (2008).** Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *SCIENCE*, **320**, 1444-1449.
- Boyraz, Z. & Budak, E. (2017).** Doğal afetlerin ayvalı (Darende / Malatya) yerleşmesi üzerindeki etkileri. *ZfWT*, **9**(3), 7-23.
- Çağlar, S. (2013).** An evaluation of the estimated and realized cost of forest road: (examples of Artvin Regional Directorate of Forestry). *International Caucasian Forestry Symposium*, 24-26 October, 2013, Artvin, Turkey, 18-25.



- Dengiz, O. & Göl, C. (2008).** Effects of physiographic factors and some soil hydro-physical soil properties on river follow in Uludere catchment. *Water Observation And Information System For Decision Support, (BALWOIS)*, 27-31 May 2008, Ohrid, Republic of Macedonia, 47-48.
- Dindaroğlu, T., Özgül, M. & Canpolat, M.Y. (2012).** Sayısal yükseklik modeli kullanılarak bazı havza karakteristiklerinin saptanması ve arazi kullanımı. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi Özel Sayı*, 197-205.
- Dutal, H. & Reis, M., (2020).** Determining the effects of land use on soil erodibility in the mediterranean highland regions of Turkey: a case study of the Korsulu stream watershed. *Environ Monit Assess*, 192, 1-15. DOI: 10.1007/s10661-020-8155-z.
- Elibüyük, M. & Yılmaz, E. (2010).** Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8(1), 27-55.
- EPA. (2003).** Principles of watershed management watershed Academy. [https://cfpub.epa.gov/watertrain/pdf/modules/Watershed\\_Management.pdf](https://cfpub.epa.gov/watertrain/pdf/modules/Watershed_Management.pdf), (17 Ağustos 2020).
- Esen, F. & Avcı, V. (2017).** Tunceli İli'nde topoğrafik faktörlere göre (Yükselti, Eğim, Bakı) yerleşmelerin ve nüfusun dağılışı. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(51), 376-389.
- Gedikli, B. (2018).** Approaches to climate change in spatial planning and design: international and Turkish experiences. *METU JFA* 35(1), 89-109.
- Göl, C. & Dengiz, O. (2007).** Çankırı-Eldivan Karataşbağı deresi havza arazi kullanım-arazi örtüsündeki değişim ve toprak özellikleri. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 86-97.
- Göl, C., Ediş, S. & Yılmaz, H. (2017).** Legal and administrative problems in watershed management in Turkey: case of Tatlıçay watershed. *Environmental Engineering and Management Journal*, 16(12), 2685-2698.
- Göl, C. (2008).** Kentsel su ihtiyacının karşılanmasında sürdürülebilir havza yönetimi. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 20-22 Mart 2008, Ankara, Türkiye, Cilt-1, 175-186.
- Güner, A., Vural, M. & Sorkun, K. (1987).** Rize florası, vejetasyonu ve yöre ballarının polen analizi. TÜBİTAK Matematik, Fiziki ve Biyolojik Bilimler Araştırma Gurubu, Proje No: T.B.A.G.-650, Ankara.
- Karagel, H. & Karagel, D.Ü. (2010).** Devrek ilçesinde yerleşmelerin kuruluş yeri seçiminde etkili olan coğrafi faktörler. *e-journal of New World Sciences Academy*, 5(2), 4A0022, 76-97.
- Reis, A. & Dindaroğlu, T. (2018).** Havza ölçeğinde bazı ekohidrolojik karakteristikler ile arazi kullanım ilişkilerinin araştırılması: Bertiz Çayı yağış havzası örneği. *Turkish Journal of Forest Science* 2(1), 68-82.
- Reis, A. & Dindaroğlu, T. (2020).** Havzalarda bazı hidrolojik karakteristiklerin archdyro yazılımı kullanılarak belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1), 146-159.
- Reis, M., Bolat, N., Dutal, H. & Abız, B. (2017b).** Producing erosion risk map using remote sensing techniques and RUSLE method in Halfalı stream catchment of Kahramanmaraş. *Kastamonu Uni., Orman Fakültesi Dergisi*, 17(1), 176-185.
- Reis, M., Dutal, H., Abız, B. & Bolat, N. (2016).** Kahramanmaraş İli Göksun İlçesi'nde arazi kullanımında meydana gelen zamansal değişimin uzaktan algılama teknikleri ve coğrafi bilgi sistemi ile belirlenmesi. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 35-41.
- Reis, M., Dutal, H., Bolat, N. & Savacı, G. (2017a).** Soil Erosion Risk Assessment Using GIS and ICONA: A Case Study in Kahramanmaraş, Turkey. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 34(1), 64-75.
- Şahin, K. & Kaya, M. (2011).** Yerleşmeler üzerinde bakı faktörünün etkisi: Sinop şehri örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(19), 379-387.
- Taş, E. (2016).** Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla havza karakteristiklerinin belirlenmesi: Afyonkarahisar Çay deresi havzası. *International Academic Research Congress*, 3-5 Kasım, 2016, Antalya, Trabzon, Türkiye, 603-610.
- Vörösmarty, C.J., Federer, C.A. & Schloss, A.L. (1998).** Potential evaporation functions compared on US watersheds: Possible implications for global-scale water balance and terrestrial ecosystem modeling. *Journal of Hydrology*, 2(17), 147-169.
- Yalçınlar, İ. (1967).** Türkiye'de bazı şehirlerin kuruluş ve gelişmesinde jeomorfolojik temeller. *İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 16, 53-66.
- Yılmaz, H., Göl, C. & Ediş, S. (2011).** The importance of watershed characteristics in integrated watershed management (A case of Gökdere watershed, TURKEY). *Fresenius Environmental Bulletin* 20(12), 3126 - 3134.
- Yüksek, F. (2013).** Fırtına deresi havzasında doğal olarak yetişen Ayı üzümü (*Vaccinium artostaphylos* L.) popülasyonlarında bazı ekolojik faktörlerin bitki ve meyve özelliklerine etkisi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, Türkiye, 194s.
- Yüksek, T. & Kalay, H.Z. (2002).** Kızılağaç baltalık büklerinin çay tarımına dönüştürülmesi sonucu toprakların bazı özelliklerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması. II. *Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi*, 15-18 Mayıs 2002, Artvin, Türkiye, Cilt II, 780-789.
- Yüksek, T. & Yüksek, F. (2003).** Pazar Deresi Yağış Havzasında Dağınık Yerleşim Sonucu Ortaya Çıkan Bazı Önemli Çevre Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Doğu Karadeniz Bölgesinde Kırsal Alanda Ulaşım, Yerleşim Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu*, 18-20 Aralık 2003, Trabzon, Türkiye, 133-146.
- Yüksek, T. & Yüksek, F. (2009).** Clear-cutting effects of alder (*Alnus glutinosa* L. subsp. barbata) coppice

on surface soil properties and aboveground herbaceous plant biomass. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **40**(15), 2562-2578.

- Yüksek, T. (2001).** *Rize-Pazar deresi yağış havzasında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların bazı özellikleri ile aşınım eğilimi değerlerinin araştırılması.* Doktora Tezi, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, Türkiye, 201s.
- Yüksek, T. (2004).** Türkiye'nin su kaynakları ve havza planlamasına dönük genel değerlendirmeler. *KAÜ Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, **1**(2), 71-83.
- Yüksek, T. (2009a).** Effects of land use management on surface soil properties, erosion indices and green tea yield in humid Blacksea region. *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, **8**(5b), 848-857.
- Yüksek, T. (2009b).** Effect of visitor activities on surface soil environmental conditions and aboveground herbaceous biomass in Ayder natural park. *CLEAN- Soil, Air, Water*, **37**(2), 170-175.
- Yüksek, T. (2017).** Rize ili arazi kullanım durumu, bazı ormancılık çalışmaları ve yağışların zamansal dağılımının genel bir değerlendirilmesi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, **2**(3), 59-66.
- Yüksek, T., Göl, C., Yüksek, F. & Yüksel, E.E. (2009).** The effects of land-use changes on soil properties: the conversion of alder coppice to tea plantations in the humid northern blacksea region. *African Journal of Agricultural Research*, **4**(7), 665-674.
- Yüksek, T., Er, A., Çağlar, S. & Süme, V. (2017).** Fırtına vadisindeki turizm faaliyetlerinin sürdürülebilirliği için ekolojik bir yaklaşım: monoray ve havadan taşıma sisteminin kurulması. *DOKAP Bölgesi Uluslararası Turizm Sempozyumu*, 23-24 Ekim 2017, Trabzon-Türkiye, 515-528.
- Yüksek, T., Özçelik, A.E. & Verep, B. (2019).** Çağlayan havzasının (Fındıklı-Rize) bazı havza karakteristiklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile değerlendirilmesi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, **4**(3), 532-538.
- Yüksel, A., Demir, Y., Sürücü, A., Kolak, N. & Hopur, B. (2018).** Flood control studies and soil protection measures of the Han-El Ba'rur (Gök Deresi) microcatchment on Tek Tek Mountains, Harran. *1. International GAP Agriculture & Livestock Congress 25-27 April 2018*, Şanlıurfa, Türkiye, 1035-1040.
- Yüksel, A., Gündogan, R. & Akay, A.E. (2008).** Using the remote sensing and GIS technology for erosion risk mapping of Kartalkaya dam watershed in Kahramanmaraş, Turkey. *Sensors*, **8**, 4851-4865; DOI: [10.3390/s8084851](https://doi.org/10.3390/s8084851).
- Wagner, T., Sivapalan, M., Troch, P.A., McGlynn, B.L., Harman, C.J., Gupta, H.V., Kumar, P., Rao, P.S.C., Basu, N.B., Jennifer, S. & Wilson, J.S. (2010).** The future of hydrology: An evolving science for a changing world. *Water Resources Research*, **46**, (W05301), 1-10. DOI: [10.1029/2009WR008906](https://doi.org/10.1029/2009WR008906).