



E-ISSN 2548-0006

JAES
AÇEH

*Anadolu Çevre
ve Hayvancılık
Bilimleri Dergisi*

*Journal of Anatolian
Environmental and Animal Sciences*

Cilt/Volume 4 • Sayı/Number 3 • 2019

Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi
Cilt / Volume: 4, Sayı / Number: 3, 2019
Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences
Dört ayda bir yayımlanır / *Publised four monthly*
E-ISSN 2548-0006

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 BAĞCIĞIL, 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. Ilia 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 BÖRAN, 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 ENRIQUEZ, Genetica Acuicola Programa de Acuicultura Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste Mexico.
Prof. Dr. Semih ENGİN İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Şengül A. KARAOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Şenol AKIN, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Şevki Kayış Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Vagif ATAMOV, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Doç. Dr. Cengiz MUTLU, Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü
Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Ertan Emek ONUK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Doç. Dr. Ferhat KALAYCI, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Gökmen Zafer PEKMEZCİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Doç. Dr. Huriye Anıman 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 AYTan, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Ahmet Raif ERYAŞAR, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Gülbin FİRİDİN GAZI ÜNİVERSİTESİ, Fen bilimleri enstitüsü, Çevre ABD.
Dr. Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU, Giresun Üniversitesi, Çevre Mühendisliği
Dr. 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 ÖZŞEKER, 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 CORBACI, 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, anatolianacademicciense@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
III**

Doğu Karadeniz' de (Giresun-Artvin) 2009-2014 Yılları Arasında Su Ürünleri Avcılık İhlallerinin İncelenmesi. Investigation of Fisheries Violations in the Eastern Black Sea (Giresun-Artvin) Between 2009 and 2014. Ali AYAZ & Raşan Evren MAZLUM	Araştırma Research	293-301
Fasulye Gelişiminde, <i>Rhizoctonia solani</i> B227'nin Biyotik Stresine Karşı <i>Trichoderma harzianum</i> ID11C'nin Biyokontrol Etkinliği. The Biocontrol Activity of <i>Trichoderma harzianum</i> ID11C Against the Biotic Stress of <i>Rhizoctonia solani</i> B227 in Bean Development. Arif BOZDEVECİ, Şengül ALPAY KARAOĞLU, Müberra PINARBAŞ, Cemre TARAKÇI & Gökhan VEYİSOĞLU	Araştırma Research	302-311
Hazardous Waste Management in Turkey. Türkiye'de Tehlikeli Atık Yönetimi. Nesli AYDIN	Research Araştırma	312-318
The Length-Weight Relationship and Condition Factor of Striped Sea Bream <i>Lithognathus mormyrus</i> (L., 1758) in the southern Black Sea Region. Güney Karadeniz Bölgesi'ndeki Mırmır <i>Lithognathus mormyrus</i> (L., 1758)'in, Boy Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Faktörü. Mehmet AYDIN & Adil SÖZER	Research Araştırma	319-324
Sapanca Gölü Yüzeysel Sularında Toplam Petrol Hidrokarbon (TPH) Düzeyleri. Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) Levels in the Surface Water of Lake Sapanca, Turkey. Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN, Gülşen ALTUĞ & Esra Billur BALCIOĞLU	Araştırma Research	325-331
Arsenic Uptake and Depuration by Red Swamp Crayfish, <i>Procambarus clarkii</i> . Kırmızı Bataklık Kerevitinde (<i>Procambarus clarkii</i>) Arsenik Alımı ve Depürasyonu. Kenan GEDİK, Manoch KONGCHUM & Ronald D. DELAUNE	Research Araştırma	332-337
Serological Investigation of Q Fever in Anatolian Buffaloes. Anadolu Mandalarında Q Fever Hastalığının Serolojik Olarak Araştırılması. Timur GÜLHAN, Mehmet TÛTÛNCÛ, Murat GÜZEL, Merve Gizem SEZENER, Alper CİFTÇİ, Yunus KILICOĞLU, Volkan Enes ERGÜDEN, Serhan AKGÖZ & Banur BOYNUKARA	Research Araştırma	338-343
Erkek Lepistes (<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859) Balıklarında Farklı Şiddette Oluşturulan Su Akıntısının Canlı Ağırlık, Toplam Boy ve Kuyruk Uzunluklarına Etkisi. The Effect of Different Intensity Water Flow on the Live Weight, Total Length and Tail Length in Male Guppies. Çetin YAĞCILAR & Mehmet YARDIMCI	Araştırma Research	344-347
The Relationships Between Otolith Dimensions-Total Length and Otolith Features of European Perch (<i>Perca fluviatilis</i> L.,1758) Sampled from Yedigöller Dam Lake (Turkey). Yedigöller Baraj Gölü (Türkiye)'nden Örneklenen Tatlısu Levreği (<i>Perca fluviatilis</i> L.,1758)'nin Otolit Özellikleri ve Otolit Boyutları-Total Boy Arasındaki İlişkiler. Canan ŞİMŞEK, Nazmi POLAT, Melek ÖZPİÇAK, Semra SAYGIN & Savaş YILMAZ	Araştırma Research	348-353
Weight-Length Relationships (WLRs) of Scaldback, <i>Arnoglossus kessleri</i> Schmidt, 1915 (Pleuronectiformes: Bothidae), Caught by Beam Trawl in the Southeastern Black Sea (Rize, Turkey). Güneydoğu Karadeniz'de (Rize, Türkiye) Krişli Trolle Yakalanan Dil Balığı'nın, <i>Arnoglossus kessleri</i> Schmidt, 1915 (Pleuronectiformes: Bothidae), Boy-Ağırlık İlişkisi. Sabri BİLGİN & Hatice ONAY	Araştırma Research	354-358
Goji berry (<i>Lycium barbarum</i> L.) Meyvesinin Farklı Çözgenlerden Elde Edilen Ekstratlarının Toplam Fenolik İçerikleri ile Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Karşılaştırılması Comparison of Total Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Goji berry Fruit Extracts from Different Solvents Mehmet Soner ENGİN, Selin KALKAN & Mustafa Remzi OTAĞ	Research Araştırma	359-365
The Evaluation in Different Temperature of Acute Toxic Effect of Cadmium on <i>Gammarus pulex</i> (Freshwater Amphipoda) Kadmiyumun <i>Gammarus pulex</i> (Tatlısu Amfipodu) Üzerine Akut Toksik Etkilerinin Farklı Sıcaklıklarda Değerlendirilmesi Osman SERDAR, Rahmi AYDIN & Metin ÇALTA	Research Araştırma	366-370
Range Expansion of <i>Equulites popei</i> (Whitley 1932) Along the Mediterranean Coast of Turkey Türkiye'nin Akdeniz Sahilleri Boyunca <i>Equulites popei</i> 'nin (Whitley 1932) Alan Genişlemesi Deniz ERGÜDEN, Mevlüt GÜRLEK, Ali UYAN, Servet Ahmet DOĞDU & Cemal TURAN	Research Araştırma	371-375
The Effects of Some Synthetic Adhesives on the Formaldehyde Emission of the Particleboard Bazı Sentetik Tutkalların Yongalevhanın Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkileri Mehmet BAHAROĞLU	Araştırma Research	376-379
Nazik Gölü Balıkçılığı Üzerine Bir Araştırma An Investigation on Lake Nazik Fishery Adem Sezai BOZAOĞLU & Mustafa AKKUŞ	Araştırma Research	380-386
Bakır Oksit Nanopartiküllerinin <i>Clarias gariepinus</i> 'da Bazı Serum Parametreleri Üzerine Etkisi Influence of Copper Oxide Nanoparticles on Some Serum Parameters of <i>Clarias gariepinus</i> Mustafa TUNÇSOY	Araştırma Research	387-392
İstanbul'un Sahil Kesimlerinden Toplanan <i>Platanus orientalis</i> L. (Doğu Çınarı)'te Ağır Metal Birikimi Accumulation of Heavy Metal in <i>Platanus orientalis</i> L. (Oriental Plane) Collected from Coastal Areas in İstanbul Serdar AKBAYIR, Etem OSMAN & Tuğçe VAROL	Araştırma Research	393-400
Diversity of <i>Mesorhizobium</i> Species Nodulating Some Wild Legumes in Samsun Province of Turkey Türkiye'nin Samsun İlindeki Bazı Yabani Baklagil Türlerini Nodüle Eden <i>Mesorhizobium</i> Türlerinin Çeşitliliği Okan Kadir NOHUT, Cem Tolga GÜRKANLI & İbrahim ÖZKOÇ	Research Araştırma	401-408
<i>Carduus adpressus</i> 'ün Çeşitli Ekstrelerinin Antioksidan Özellikleri ve Antimikrobiyal Aktivitesi Üzerine Bir Çalışma A Study on Antioxidant Properties and Antimicrobial Activity of Various Extracts of <i>Carduus adpressus</i> Tuba ACET	Araştırma Research	409-413
Bandırma Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası (Marmara Denizi, Türkiye) Amatör Olta Balıkçılığının Sosyo-ekonomik Özellikleri ve Av Kompozisyonu Socio-economic Characteristics and Catch Composition of Recreational Angling in Bandırma Bay and the Kapıdağ Peninsula (Sea of Marmara, Turkey) Fikret ÖNDES	Araştırma Research	414-421

İçindekiler / Contents

Makale
Article S/P. No
IV

Farklı Metotlar Kullanılarak Elde Edilen Aynı Miktar Bakteriyel DNA'lar Arasındaki Konsantrasyon Farklılıklarının Belirlenmesi Determination of Concentration Differences Between Bacterial DNAs Obtained by Using Different Methods Şükür ÖNALAN, SümeYYe ADALI & Abuzer TAŞ	Araştırma Research	422-427
Unfavorable Visual Effects of Lactococcosis and Listonellosis on Rainbow Trout Meat Quality Lactococcosis ve Listonellosis'in Gökkuşluğu Alabalığı Görsel Et Kalitesi Üzerindeki Olumsuz Etkileri Tevfik Tansel TANRIKUL, Ezgi DİNÇTÜRK & Nejdet GÜLTEPE	Research Araştırma	428-434
Trend Analysis of Monthly Average Flows of Kızılırmak Basin Kızılırmak Havzası Ortalama Akımlarının Trend Analizi Hatice CITAKOĞLU & Necmiye MINARECIOĞLU	Research Araştırma	435-440
Biyopestisit Emamectin Benzoat'ın Toprak Azot Mineralizasyonuna Etkileri Effects of Biopesticide Emamectin Benzoate on Nitrogen Mineralization in Soil Şahin CENKSEVEN, Burak KOÇAK, Nacide KIZILDAĞ, Hüsnüye AKA SAĞLIKER & Cengiz DARICI	Derleme Review	441-446
Çinko Oksit Nanopartikülleri ve Çinko Sülfatın <i>Oreochromis niloticus</i> 'un Kan Dokusunda Bazı Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi The Effects of Zinc Oxide Nanoparticles and Zinc Sulphate on Some Biochemical Parameters in Blood Tissue of <i>Oreochromis niloticus</i> Ecem PALANDÖKENLİER & Ferit KARGIN	Araştırma Research	447-453
Ovit Yaylasının Botanik Kompozisyonunun Belirlenmesi A Determination on The Botanical Composition of Ovit Transhumance Muhammed İkbâl ÇATAL, Hüseyin BAYKAL & Adil BAKOĞLU	Araştırma Research	454-459
Preparation and Characterization of Polymer Supported Lewis Acid-type Calix[4]arene for Transport of Dichromate Anions Dikromat Anyonlarının Taşınması için Polimer Destekli Lewis Asit Tipi Kalikserenlerin Hazırlanması ve Karakterizasyonu Seydahmet CAY, Serkan SAYIN, Mehmet Soner ENGİN & Sait MALKONDU	Research Araştırma	460-464
Üniversite Öğrencilerinin Akvaryum Balıkları Satış Yerleri Hakkındaki Görüş ve Tutumları Students' Opinions and Attitudes about Retail Aquarium Stores Baki AYDIN	Araştırma Research	465-472
The Effect of Raw Material Freshness on Fish Oil Quality Produced in Fish Meal and Oil Plant Hammadde Tazeliliğinin Balık Unu ve Yağı Fabrikasında Üretilen Balık Yağı Kalitesine Etkisi Barış BAYRAKLI, Hünkâr Avni DUYAR	Research Araştırma	473-479
Preparation of O-antigen from <i>Yersinia ruckeri</i> Serotype O1 and Use in the Slide Agglutination Test <i>Yersinia ruckeri</i> Serotip O1'den O-antijenin Hazırlanması ve Lam Agglütinasyon Testinde Kullanımı Fikri BALTA & Zeynep DENGİZ BALTA	Research Araştırma	480-483
Sederek ve Şerur İli (Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti/Azerbaycan) Florası ve Vegetasyonuna Katkıları Contribution to Flora and Vegetation of Sederek and Sharur (Autonomous Republic of Nakhchivan/Azerbaijan) Musa CABBAROV, Elyar İBRAHİMOV, Fatmaxanım NABİYEVA & Vagif ATAMOV	Araştırma Research	484-490
Türkiye Kıyısı Sularındaki Sparidae Familyasının Mitokondri DNA Dizilerine Dayalı Çoklu Lokus Filogenisi Multilocus Phylogeny of the Family Sparidae in Turkish Coastal Waters Based on Mitochondrial DNA Sequences İsmail AKSU & Yusuf BEKTAŞ	Araştırma Research	491-499
Akarsularda Farklı Kaya Parçaları Düzeneklerinde Oksijen Transferinin Deneysel Olarak İncelenmesi An Experimental Investigation of Oxygen Transfer in Different Boulder Arrangements Serhat KÜÇÜKALİ & Şevket ÇOKGÖR	Araştırma Research	500-505
Van Gölü Havzasındaki Amatör Balıkçılığın Sosyo Ekonomik Analizi Socio-Economic Analysis of Amateur Fisheries in Lake Van Basin Mustafa AKKUŞ & Adem Sezai BOZAOĞLU	Araştırma Research	506-512
Karadeniz Türkiye Kıyıları Yağış Miktarlarının Uzun Dönemli Değişimi Long Term Variation of Precipitation along the Black Sea Coast of Turkey Eren ERSOY & Ertuğrul AĞIRBAŞ	Araştırma Research	513-518
Filyos Nehri'nin Fiziksel Su Kalitesi Parametrelerinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi Statistical Investigation of Filyos River Physical Water Quality Parameters Serhat KÜÇÜKALİ	Araştırma Research	519-524
The First Record of <i>Paropta paradoxus</i> (Herrich-Schäffer, 1851) (Lepidoptera: Cossidae) in Hatay Province of Turkey and Its External and Genital Morphology Hatay'da <i>Paropta paradoxus</i> (Herrich-Schäffer, 1851) (Lepidoptera: Cossidae)'un İlk Kaydı ve Türün Dış ve Genital Morfolojisi Erol ATAY, Erdal SERTKAYA & Mahmut TATLI	Research Araştırma	525-531
Çağlayan Havzasının (Fındıklı-Rize) Bazı Havza Karakteristiklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Değerlendirilmesi Evaluation of Some Basin Characteristics of Çağlayan Basin (Fındıklı-Rize) by Geographical Information Systems Turan Yüksek, Ali Erdem Özçelik & Bülent Verep	Araştırma Research	532-538
Tatlısu Kaynaklarımızdaki <i>Escherichia coli</i> İzolatlarının Antibiyotik Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi: Batlama Deresi Örneği, Giresun Determination of Antibiotic Resistance Levels of <i>Escherichia coli</i> Isolates Obtained from Freshwater Sources: Batlama Creek, Giresun Tamer AKKAN & Tekin TOPKARAOĞLU	Araştırma Research	539-544
Karadeniz'de Hamsi Ununa Alternatif Olarak Üretilen Çaça Ununun Besin Bileşenlerinin Karşılaştırılması Nutritional Composition of Fishmeal Obtained from Different Raw Materials in the Black Sea Barış BAYRAKLI & Hünkâr Avni DUYAR	Araştırma Research	545-550
Artvin İli Tatlı Su Ekosistem Sedimentlerin'de Ağır Metallerin Çevresel Ekolojik Risk Etkilerinin Alanal ve Zamansal Değerlendirilmesi Spatial and Temporal Assessment of Environmental Ecological Risk Effects of Heavy Metals in Freshwater Ecosystem Sediments in Artvin Province Koray ÖZŞEKER	Araştırma Research	551-559
Şekeriboyası (<i>Phytolacca americana</i>) ve Sodyum Hidroksit Gökkuşluğu Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Yumurtalarında Alternatif Dezenfeksiyon Uygulamaları Alternative Disinfection Applications of American pokeweed (<i>Phytolacca americana</i>) and Sodium Hydroxide on Rainbow Trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Egg Şevki KAYIŞ, Emre KANLI, Zeynep Zehra İPEK, Akif ER	Araştırma Research	560-564
Salarha Havzası Akarsularında Bakteriolojik ve Yüzey Aktif Madde Kirliliğinin İncelenmesi Investigation of Bacteriological and Detergent-Based Pollution in the Salarha Basin Rivers Bülent VEREP, Büşra Taşınar ÖLMEZ, Cengiz MUTLU	Araştırma Research	565-574
The Effect of Different Amino Acids on the Development of Cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.) Plant Species Growing in Düzce Region Düzce Bölgesinde Büyüyen Salatalık (<i>Cucumis sativus</i> L.) Bitki Türlerinin Gelişimi Üzerine Farklı Amino Asitlerin Etkisi Gümüş Funda GÖKÇE, Mustafa ÖZBAY	Research Araştırma	575-580
<i>Anoxybacillus thermarum</i> A4 Suşunun Katalaz Aktivitesinin İncelenmesi ve Tam Hücre İmmobilizasyonu Investigation of Catalase Activity from <i>Anoxybacillus thermarum</i> A4 strain and Whole Cell Immobilization Barbaros DİNÇER, Murat DÜRMAZ, Ahmet ADIGÜZEL	Araştırma Research	581-588

Bu dergi ASOS index, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CiteFactor, DRJI, Google Scholar, Index Copernicus, JournalTOCs, OpenAIRE, ProQuest, ROAD, Scientific Indexing Services, TR Dizin, Türkiye Atf Dizini, WorldCAT indeksleri tarafından taranmaktadır.

This journal is indexed and abstracted in; ASOS index, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CiteFactor, DRJI, Google Scholar, Index Copernicus, JournalTOCs, OpenAIRE, ProQuest, ROAD, Scientific Indexing Services, TR Dizin, Türkiye Atf Dizini, WorldCAT.

Doğu Karadeniz’ de (Giresun-Artvin) 2009-2014 Yılları Arasında Su Ürünleri Avcılık İhlallerinin İncelenmesi [*]

Ali AYZAZ¹ Raşan Evren MAZLUM^{2*}

¹ Sahil Güvenlik Doğu Karadeniz Grup Komutanlığı, 61100 Trabzon-Türkiye. [ID: http://orcid.org/0000-0002-6911-2735](http://orcid.org/0000-0002-6911-2735)

² Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 53100 Rize-Türkiye. [ID: http://orcid.org/0000-0001-9556-2679](http://orcid.org/0000-0001-9556-2679)

Received date: 008.04.2019

Accepted date: 01.07.2019

Atf yapmak için: Ayzaz, A. & Mazlum, R.E. (2019). Doğu Karadeniz’ de (Giresun-Artvin) 2009-2014 Yılları Arasında Su Ürünleri Avcılık İhlallerinin İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 293-301.

How to cite: Ayzaz, A. & Mazlum, R.E. (2019). Investigation of fisheries violations in the Eastern Black Sea (Giresun-Artvin) between 2009 and 2014. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 293-301.

Öz: Bu çalışmada 2009-2014 yılları arasında Sahil Güvenlik Komutanlığının Giresun – Artvin arasında gerçekleştirilen su ürünleri avcılık faaliyetlerinin kontrolleri sonucunda elde edilen veriler kullanarak su ürünleri yasaklarına yönelik ihlaller incelenmiştir. Giresun, Trabzon, Rize, Artvin illerinde yapılan kontrollere bakıldığında ihlalin en yüksek olduğu ilin Trabzon, en düşük olduğu ilin ise Artvin olduğu görülmüştür. Avcılık türleri bakımından gırgır ile yapılan ihlallerin diğer avcılık türlerine göre fazla olduğu belirlenmiştir (284). Kişilere uygulanan idari para cezaları illere göre sırasıyla Trabzon (331 kişi), Giresun (192 kişi), Rize (127 kişi) ve Artvin (123 kişi) şeklindedir. Suçun niteliği bakımından saha ihlallerinin en yüksek seviyede olduğu bunu sırasıyla belge, teknik usul ihlali, boy, zaman ihlallerinin takip ettiği görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Karadeniz, avcılık ihlalleri, avlanma yasakları, su ürünleri.

Investigation of Fisheries Violations in the Eastern Black Sea (Giresun-Artvin) Between 2009 and 2014

Abstract: In this study, the fishing violations data were examined during fishing activities conducted in 2009-2014 between Giresun and Artvin. The data was obtained from by Turkish Coast Guard are of the ban on hunting aquaculture were examined. When considering the data for Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, the highest violation was recorded in Trabzon. However, the lowest one was in Artvin. Considering the fishing techniques, purse seines have the highest the number of violations (284). The fines imposed on people were Trabzon (331 people), Giresun (192 people), Rize (127 people), and Artvin (123 people), respectively. In terms of the type of the crime, the highest level of violations comes from the field violations and the technical procedural violations, height and time, respectively.

Keywords: Black sea, fisheries violations, fishing bans, fisheries.

GİRİŞ

Dünya nüfusundaki hızlı artış giderek büyüyen bir beslenme sorununu gündeme getirmekte ve sorunun çözümü için su ürünleri, insanoğlu için önemli bir kaynak olarak

görülmektedir. Balıkçılık hem beslenme hem de hayvani besin ve hammadde olarak ticari önem taşımaktadır. Balıklar ve balıkçılığın birçok ülkenin ekonomisi için oldukça önemli

olduğu düşünüldüğünde, sektörün denetiminin sağlanması ve optimal yönetilmesi, canlı kaynaklarının iyi izlenmesi ve ölçülmesi yanında av araç ve gereçleri teknolojisinin amacına uygun olarak geliştirilmesi ve çok iyi kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra ekolojik dengeyi bozan; çevre kirliliği, aşırı avcılık, yeni giriş yapan türler (örn: *Mnemiopsis leidy*) ve iklimsel değişimlerin etkilerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu bağlamda kalitatif ve kantitatif olarak çalışmaların sürekliliğinin sağlanması hem biyolojik çeşitlilik açısından hem de sistemde meydana gelen değişikliklerin takibi açısından zorunludur (Bat vd., 2007).

Su ürünleri stoklarının korunması, balık biyolojisi ve populasyon dinamiği ile gerekli kontrol mekanizmalarının sağlıklı olarak yürütülmesi esasına dayanmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı denizlerde ve iç sularda ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen bölgeler, vasıflar ve teknik özellikler bakımından çeşitli sınırlamaları su ürünleri sirkülerlerinde her dört yılda bir yayımlamaktadır. Ancak bu yasaklara, ilgili sektör üyelerinin uygulama konusunda gerekli hassasiyeti göstermedikleri ve ticari olarak gerçekleştirdikleri faaliyetleri esnasında, birbirleri ile rekabet ortamında maksimum düzeyde avcılık yapabilmek için, teknolojinin tüm avantajları ve yenilikleri kullanarak faaliyet gösterdikleri bilinmektedir.

Su ürünleri stoklarının ve bu stoklardan elde edilen gelirin korunması açısından yapılan avcılığın kontrollü ve bilinçli bir şekilde uygulanması zorunludur. Nitekim su ürünleri ve yaşadıkları ortam çok hassas bir dengeye sahiptir. Su ürünleri stoklarının mevcudiyeti ve büyüklüğü denizel ortamda bulunan besin miktarına ve ortamın çevre koşullarına bağlı olduğu bir gerçektir (Fasham, 1978; Laevastu ve Larkins, 1981; Kocataş, 1994). Yeterli besin ve uygun yaşama ortamı olduğu sürece avlama ve doğal nedenlerle ölen balıklardan oluşan sayısal azalmayı yeni bireyler, ağırlıkça azalmayı ise yeni bireyler ile küçük bireylerin büyümesi karşılar. Hızla artan deniz kirliliğinden oldukça etkilenen su ürünleri stoklarından kapasitesinin üzerinde avcılık yapılması bu stoklardaki mevcut dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bozulan denge popülasyondaki bireylerin boylarında küçülmeye, av miktarında azalmaya ve sonuç olarak stoklarda çöküşe neden olmuştur (Niermann vd., 1999; Gücü, 2002; Bat vd., 2007). Gerekli önlemler yerine getirilmediğinde bozulan stoklardan avlanan balıklar, sağladıkları geliri korumak amacı ile kullandıkları ağların göz açıklığını küçülterek, çalışma sürelerini arttırarak veya daha gelişmiş av araçları kullanarak avcılığın popülasyon üzerindeki baskısını daha da arttırmaktadırlar. Artan av çabası nedeni ile çok miktarda küçük balık büyüme ve üreme fırsatı bulamadan avlanmakta ve stokun dengesi daha fazla bozularak optimum düzeyde ürün elde edilemez hale gelmektedir. Verimli bir işletmecilik açısından avlanacak balıkların belirli boy, yaş ve ağırlığa ulaşmış olmaları zorunludur. Yapılacak olan bilimsel araştırmalarla her tür için minimum avlama boyu ve uygun

ağ gözü açıklığı belirlenmelidir (Erkoyuncu, 1995). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından dört yılda bir yayımlanan denizlerde ve iç sularda ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğler ile su ürünleri ile ilgili sınırlamalar bu amaç için düzenlenmiştir.

TÜİK (2018) verilerine göre 2014 yılı üretim rakamları incelendiğinde toplam su ürünleri üretim miktarı yaklaşık 537 bin ton olup bunun 266 bin tonu avcılıktan, 36 bin tonu tatlı sulardan ve 235 bin tonu ise yetiştiricilikten kaynaklanmaktadır (Tablo 1). 2004 yılı ile 2014 yılı toplam üretim verisi karşılaştırıldığında %16.63' lük bir azalma göze çarpmaktadır. 2015 yılı toplu üretimi bir önceki yıla göre %25 artarken; 2016 yılında ise bu artış %10 düşmüştür. 12 yıllık Türkiye su ürünleri üretim verilerine göre deniz ürünleri avcılığının en düşük olduğu yıl 2014 (266 bin ton) iken en yüksek olduğu yıl 2007 (589 bin ton)' dir. Yıllar itibarıyla su ürünleri üretimi verileri incelendiğinde, deniz ve iç sulardan elde edilen üretimde dalgalanmalar görülürken, yetiştiricilikteki hızlı artış göze çarpmaktadır (Tablo 1) (TÜİK, 2018).

Tablo 1. 2004-2016 yılları arasında Türkiye' de yetiştiricilik ve avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri (TÜİK, 2018).

Yıllar	Deniz ürünleri		Tatlısu ürünleri		Yetiştiricilik üretimi		Toplam Ton
	Ton	%	Ton	%	Ton	%	
2004	504.897	78,34	45.585	7,07	94.010	14,59	644.492
2005	380.381	69,82	46.115	8,46	118.277	21,71	544.773
2006	488.966	73,86	44.082	6,66	128.943	19,48	661.991
2007	589.129	76,28	43.321	5,61	139.873	18,11	772.323
2008	453.113	70,11	41.011	6,35	152.186	23,55	646.310
2009	425.046	68,23	39.187	6,29	158.729	25,48	622.962
2010	445.680	68,24	40.259	6,16	167.141	25,59	653.080
2011	477.658	67,89	37.097	5,27	188.790	26,83	703.545
2012	396.322	61,46	36.120	5,60	212.410	32,94	644.852
2013	339.047	55,81	35.074	5,77	233.394	38,42	607.515
2014	266.078	49,52	36.134	6,72	235.133	43,76	537.345
2015	397.731	59,16	34.176	5,08	240.334	35,75	672.241
2016	301.464	51,21	33.856	5,75	253.395	43,04	588.715
2017	322173	51,07	32145	5,10	276502	43,83	630.820

Önemli iç denizlerinden biri olan Karadeniz' in Türkiye su ürünleri üretimindeki önemi yadsınamaz bir gerçektir. Karadeniz, özellikle hamsi olmak üzere denizlerden elde edilen üretimin yaklaşık olarak %76'sını karşılamaktadır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2014).

Ülkemizde 2013 verilerine göre avcılık ruhsat sayısı denizlerimizde 16.437 adet ve iç sularımızda 3.232 adet olmak üzere toplam 19.669 adettir. Gerçek kişilere ait su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresi denizlerimizde 138.053 adet ve iç sularımızda ise 4.044 adet olmak üzere toplam 142.097 adettir (TÜİK, 2013).

Deniz ürünleri bölgelerine göre Türkiye genelinde balıkçılık faaliyetini yürüten 13.727 adet balıkçı gemisi bulunmaktadır. Kullanılan gemilerin ve avcılık yöntemlerine göre sınıflandırılması Tablo 2' de verilmiştir. (TÜİK, 2013).

Tablo 2. Türkiye' de ruhsatlı balıkçı teknelerinin bölgelere göre dağılımı (1-4.9 m arasındaki tekneler hariç) (TÜİK, 2013).

Kullanım şekli	Toplam	Doğu Karadeniz	Batı Karadeniz	Marmara	Ege	Akdeniz
Trol gemisi	741	121	230	135	53	202
Gurur gemisi	454	104	93	128	69	60
Taşıyıcı gemi	173	80	9	30	46	8
Uzatma ağları	8315	1857	1134	1281	3175	868
Algama ve direçler	297	120	30	131	9	7
Pareketa ve oltalar	3421	482	581	660	1001	697
Diğer	326	2	36	127	156	5

Toplam	13727	2766	2113	2492	4509	1847
--------	-------	------	------	------	------	------

Resmi kayıtlar göre 2013 yılında Doğu Karadeniz’de toplam 166.204,9 ton avlanılan deniz balıkları türlerine göre sıralanırsa 129.484,6 ton ile hamsi en baş sırayı almıştır. Hamsiyi sırası ile 12.559 ton ile kıraça, 9.665,2 ton ile çaça, 6.671,6 ton palamut, 5.128,9 ton ile mezgit, 618,9 ton ile istavrit (karagöz) başta olmak üzere toplam 25 adet balık türünün avcılığının yapıldığı anlaşılmaktadır (TÜİK, 2018).

Su ürünleri denetim ve kontrolleri, 22 Mart 1971 tarihli ve 1380 sayılı su ürünleri kanunu kapsamında ve su ürünleri yönetmeliğindeki düzenleme çerçevesinde çıkarılan tebliğler kapsamında yapılmaktadır. Çalışmamız sürecini içine alan; 2008-2012 ve 2012-2016 yılları için yayımlanan 2/1, 2/2, 3/1 ve 3/2 numaralı ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğlerde, Giresun-Artvin arasındaki bölgede yer, zaman ve diğer vasıflar bakımından yasaklar belirtilmektedir (T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 2008; Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2012). Nitekim Kalkınma Bakanlığı 10. Kalkınma planına göre, hedeflere dönük temel amaç ve politikalar başlığı altında, su ürünleri sektörü sorun alanları ve politika önerisi matrisi kısmında Su ürünleri denetimlerinde etkinliğin sağlanması, yasa dışı avcılığın ve kayıt dışı balık satışlarının engellenmesi öncelikli yapılacaklar kısmında belirtilmektedir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2014).

1380 sayılı su ürünleri kanununun 33. maddesinde koruma ve kontrol yönünden yetkilendirilmiş kurum ve kuruluşlar arasında bulunan Sahil Güvenlik Komutanlıkları, bu kanunla ve bu kanuna istinaden konulan yasaklardan dolayı, bu kanun kapsamına giren suçlar hakkında zabıt varakası tutmak, suçta kullanılan istihsal vasıtalarını ve elde edilen su ürünlerini zapt etmek ve bunları 34 üncü madde hükmü saklı kalmak şartı ile adli mercilere teslim etmek; ek madde 3’te yer alan hükümler çerçevesinde idari para cezalarını kesmekle vazifeli ve yetkilidirler (Su Ürünleri Kanunu, 1971).

Her geçen gün denizlerimizin ticari, askeri, sportif ve kültürel amaçlarla kullanımı artarken, aynı zamanda denizde işlenen suçlar da artmaktadır. Bu nedenle Sahil Güvenlik Komutanlığının görevlerinin önemi artmaktadır (Sahil Güvenlik Komutanlığı, 1982).

Bu çalışmada, 2009- 2014 yılları arasında Doğu Karadeniz’ de (Piraziz/Giresun- Kemalpaşa/Artvin) su ürünleri avcılık ihlalleri incelenmiştir

MATERYAL ve METOT

Araştırma Sahası: Araştırma sahası olarak Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illeri temel olarak alınmıştır. Bu illerimiz sahille bağlantısı olan toplam 24 ilçe, 2 il merkezinden oluşmaktadır. Bu ilçelerden Hopa ve Arhavi Artvin İline, Fındıklı, Pazar, Çayeli, Derepazarı ve İyidere Rize iline, Of, Sürmene, Araklı, Arsin, Yomra, Ortahisar,

Akçaabat, Çarşıbaşı, Vakfıkebir ve Beşikdüzü Trabzon iline, Eynesil, Görele, Tirebolu, Espiye, Keşap, Bulancak ve Piraziz ilçeleri Giresun iline aittir. İki il merkezi ise Giresun il merkezi ve Rize il merkezlerinden oluşmaktadır. Araştırma sahasının en Batı’sında Piraziz en Doğu’sunda ise Hopa bulunmaktadır. Çalışma sahası içerisinde sahil uzunluğu en fazla olan il Trabzon (116 km) olup, bunu Giresun (112 km), Rize (91 km) ve Artvin (36 km) izlemektedir. Söz konusu dört il için toplam sahil uzunluğu 355 km’ dir.

Araştırmada Değerlendirilen Balıkçı Tekneleri: 2/1, 2/2, 3/1 ve 3/2 nolu ticari ve amatör amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğin araştırma bölgesine ilişkin sınırlamaları çerçevesinde, Ordu-Giresun İl sınırından Türkiye-Gürcistan ülke sınırı arasında 2009-2014 avlanma sezonu süresince bulunan, gerek araştırma bölgesinin gerekse diğer bölgelerimizden avcılık için geçici olarak gelen teknelerde dahil olmak üzere; Sahil Güvenlik Trabzon Grup Komutanlığı’nın rutin kontrol ve denetlemeleri esnasında kayıt altına alınan veriler çerçevesinde, küçük ve büyük olmak üzere trol, gırgır, algarna, voli ve değişik özelliklerdeki küçük balıkçılara ait balıkçı tekneleri araştırmada esas alınmıştır.

Araştırma Sahası Gemi/Teknelerin Yanaşabileceği Sahil Yapıları: Ordu-Giresun İl sınırından Türkiye-Gürcistan hudut sınırına kadar olan sahil şeridinde toplam 112 adet kıyı yapısı bulunmaktadır. İllere göre bakıldığında en fazla kıyı yapısı Rize ilinde bulunmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Giresun-Artvin Arasındaki Kıyı Yapıları Sayısı (DLH T.C. Ulaştırma Bakanlığı, 2011).

Kıyı yapıları	Giresun	Trabzon	Rize	Artvin	Toplam
Limanlar	1	2	1	1	5
Balıkçı barınağı	4	11	5	2	22
Barınma yeri	2	3	9		14
Çekrek yeri	19	14	25	5	63
İskele	1	2	1	1	5
Tersane		2			2
Yat limanı		1			1
Toplam	27	34	42	9	112

Çalışma sahası kıyı yapıları kapasiteleri bakımından illere göre değerlendirilmesi Tablo 4’ de verilmiş olup, en fazla gemi bağlama kapasitesinin Trabzon’ da olduğu görülmektedir.

Metot: Ordu-Giresun İl sınırı ile Türkiye-Gürcistan hudut sınırı arasında deniz sahasında gerçekleştirilmiştir. Su ürünleri avcılığını kontrol ve denetleme görevini en etkin olarak yapan ve bunun için her türlü gemi personel ve teçhizat donanımına sahip olan Sahil Güvenlik Doğu Karadeniz Grup Komutanlığı’nın araştırma süresi içerisinde yapmış oldukları kendi faaliyetleri içerisinde su ürünleri avlanma ihlallerine yönelik gerçekleştirmiş oldukları resmi kayıtların konularına göre sınıflandırılması yapılmıştır. Buna göre 2009-2014 yılları arasında her bir avlanma sezonu için gerçekleşen ihlaller analiz edilmiştir.

Tablo 4. Giresun-Artvin Arasındaki Kıyı Yapılarının Kapasiteleri (DLH T.C. Ulaştırma Bakanlığı, 2011).

Kıyı yapıları	Giresun	Trabzon	Rize	Artvin	Toplam
Balıkçı barınağı	560	1363	690	150	2763
Barınma yeri	150	104	639		893

Çekkek yeri	600	473	766	71	1910
Yat limanı		225			225
Toplam	1310	2165	2095	221	5791

BULGULAR

İllere Göre İhlal Sayıları: İllere göre ihlal sayıları incelendiğinde 2012 ve 2013 yıllarında ihlal sayılarındaki artış dikkat çekmektedir. En fazla ihlalin yaşandığı il 2012 yılı için Trabzon (Ortahisar) olarak belirlenmiştir. 2013 yılı avcılık ihlalleri sayısal verilerine göre Artvin ili birinci sırada yer almaktadır (Tablo 5).

Tablo 5. İl bazında kesilen idari para ceza sayılarının ilçelere göre dağılımı.

İL	İLÇE	YILLAR						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	Toplam
ARTVİN	Arhavi	1		2	3	35	1	42
	Hopa	4	8	6	7	50	6	81
	Toplam	5	8	8	10	85	7	123
RİZE	Pazar	1	2	3		8	3	17
	Ardeşen	2	1	2	4	8	4	21
	Çayeli			1	8	13	4	26
	Fındıklı	1	1	1	2	3	14	22
	İyidere			4		6	1	11
	Rize Merkez	4	3	4	8	6	5	30
	Toplam	8	7	15	22	44	31	127
TRABZON	Akçaabat	4	1	2	13	9	12	41
	Araklı	5	2		3	2	1	13
	Arsin			2	2	11	7	22
	Beşikdüzü				6		4	10
	Çarşamba		4	1	22		3	30
	Of			1	1	11	2	15
	Ortahisar	12	13	7	46	15	12	105
	Sürmene	3		6	20	2	3	34
	Vakfikebir		6	8	12	4	7	37
	Yomra	2	2	6	4	5	5	24
	Toplam	26	28	33	129	59	56	331
GİRESUN	Bulancak		3	2	6	4	2	17
	Espiye			2		5	1	8
	Eynesil	1		2	1		4	8
	Fındıklı					1		1
	Görece	2	4	8	7	3	6	30
	Gülyalı			1				1
	Keşap				3		7	10
	Merkez	17	9	7	11	4	6	54
	Piraziz	8	1		2	10	1	22
	Tirebolu	4	4	5	14	9	5	41
Toplam	32	21	27	44	36	32	192	

İllere Göre İdari Para Cezaları: Tablo 6'ya göre en yüksek idari para cezası 2012 yılında Trabzon İlinde kesilmiştir (187774 ₺). Trabzon İli ilçeler bazında incelendiğinde 106259 ₺ ile Ortahisar İlçesi ceza kesimi bakımından ilk sırada yer almaktadır.

İdari para cezası bakımından 2013 yılında Artvin İli (122557 ₺) Trabzon' dan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Tablo 6).

Avcılık Türlerine Göre İhlallerin İllere Göre Dağılımı: Giresun-Artvin arasında dokuz farklı avcılık türüne ait ihlaller tespit edilmiştir. Trabzon ilinde bu ihlallerin tamamı tespit edilmiş olup, Giresun ve Rize illerinde 7 farklı türde ihlale rastlanılmıştır. Artvin ilinde dört farklı ihlal türü belirlenmiştir. İhlal türleri bakımından en çok cezai işlem uygulanan avcılık aletleri illere göre değişmekle birlikte, gırgır ağları ve uzatma ağları ile yapılan avcılığa olmuştur. Avcılık türleri ihlalleri yıllara göre incelendiğinde 2012 ve 2013 yıllarında artış olduğu görülmektedir.

Araştırma süresince avcılık ihlalleri bakımından Trabzon ili en fazla sayıda ihlal yapan il olmuştur (Tablo 7).

Tablo 6. Yıllara göre il ve ilçelerde kesilen idari para cezaları (₺).

İL	İLÇE	YILLAR						Toplam
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	
ARTVİN	Arhavi	708		7002	2571	43381	282	53944
	Hopa	5313	29280	31120	9853	79176	3631	158373
	Toplam	6021	29280	38122	12424	122557	3913	212317
RİZE	Pazar	353	360	6059		7384	1718	15874
	Ardeşen	706	360	1566	5142	8761	1805	18340
	Çayeli			778	6859	14768	3836	26241
	Fındıklı	353		387	1714	3692	33565	39711
	İyidere			1939		6461	959	9359
	Rize Merkez	1767	2902	2713	9670	14768	3441	35261
Toplam	3179	3622	13442	23385	55834	45324	144786	
TRABZON	Akçaabat	6017	360	1165	6485	8771	8626	31424
	Araklı	4956	4914		2140	1846	282	14138
	Arsin			1556	2556	9502	5072	18686
	Beşikdüzü				6425		4308	10733
	Çarşamba		11950	778	31098		1913	45739
	Of			778	426	9689	1918	12811
	Ortahisar	8135	13864	7224	106259	22611	10062	168155
	Sürmene	4956		8710	18158	1836	7190	40850
	Vakfikebir	0	8235	11016	11150	4161	5554	40116
	Yomra	1416	360	3338	3077	11076	7672	26939
	Toplam	25480	39683	34565	187774	69492	52597	409591
GİRESUN	Bulancak		1443	1008	5999	3041	1918	13409
	Espiye			1165		4615	959	6739
	Eynesil	353		1008	857		17262	19480
	Fındıklı					5538		5538
	Görece	706	2166	7002	4962	3687	8621	27144
	Gülyalı			723				723
	Keşap				2140		5754	7894
	Merkez	17696	9393	4898	10700	2764	6713	52164
	Piraziz	4244	214		1283	9230	959	15930
	Tirebolu	2473	3972	2717	36384	23012	3349	71907
Toplam	25472	17188	18521	62325	51887	45535	220928	

Tablo 7. Avcılık türlerine göre ihlallerin illere göre dağılımı.

İL	Avcılık türü	YILLAR						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	Toplam
ARTVİN	Amatör (ticari değerlendirilen)				2	2		4
	Amatör avcılık					1	2	3
	Gırgır ağları ile avcılık	2	7	8	1	78	2	98
	Uzatma ağları ile avcılık	3	1		7	4	3	18
	Toplam	5	8	8	10	85	7	123
RİZE	Algarna ile avcılık				6	10		16
	Amatör (ticari değerlendirilen)			1		5	8	14
	Amatör avcılık			1	3		5	9
	Balık çiftliği		2		3		2	7
	Gırgır ağları ile avcılık			3	4	17	12	36
	Uzatma ağları ile avcılık	8	4	10	6	12	4	44
Kamyon (Nakil)		1					1	
Toplam	8	7	15	22	44	31	127	
TRABZON	Algarna ile avcılık	2			19	21	12	54
	Amatör (ticari değerlendirilen)			1	4	5	4	14
	Amatör avcılık	4	2	9	1		3	19
	Balık çiftliği		1	3	1	1	12	18
	Gırgır ağları ile avcılık	8	12	9	71	8	8	116
	Trol ağları ile avcılık			2				2
	Uzatma ağları ile avcılık	15	7	18	25	22	17	104
	Voli ağları ile avcılık					1		1
	Kamyon (Nakil)	3						3
	Toplam	26	28	33	129	59	56	331
GİRESUN	Algarna ile avcılık			9	9	17	1	36
	Amatör (ticari değerlendirilen)	5	3	2	4	2	3	19
	Amatör avcılık		1	3	3	1		8
	Dalarak su ürünleri avcılığı					1	7	8
	Gırgır ağları ile avcılık	6	6		3	12	7	34
	Trol ağları ile avcılık				9			9
Uzatma ağları ile avcılık	21	11	13	16	3	14	78	
Toplam	32	21	27	44	36	32	192	

İllere Göre İhlal Sayılarının Niteliğine Göre Dağılımı: İllere göre yapılan ihlaller niteliklerine göre incelendiğinde Artvin' de boy yasağına uymamak, Rize ve Trabzon' da yasak sahada avcılık, Giresun' da ise belge

eksikliği en yüksek sayıda rastlanılan usulsüzlükler olmuştur (Tablo 8).

İllere Göre İhlallerin Niteliğine Göre Kesilen İdari Para Cezaları: Artvin, Rize ve Trabzon illerinde ihlaller nitelik bakımından değerlendirildiğinde en fazla yasak sahada yapılan avcılık için idari para cezası kesildiği görülmektedir. Giresun için ise en yüksek ceza belge eksikliği nedeniyle olup yasak sahada avcılık bunu takip etmektedir (Tablo 9).

Giresun-Artvin İlleri Arasındaki İhlallerin Aylara Göre Değerlendirilmesi: Giresun-Artvin illeri arasında niteliğine göre ihlal sayıları değerlendirildiğinde 10-12. ve 1-2. aylarda ihlallerdeki artış göze çarpmaktadır. Boy yasağı ihlali yılın sadece dört ayında gözlenmekle birlikte bu ayaların özellikle hamsi avcılığının yoğun olduğu aylarda olması dikkat çekmektedir. Saha ihlalleri ve teknik ihlaller yıl boyunca görülmekle birlikte, saha ihlallerinin 2.ve 10. aylarda arttığı belirlenmiştir (Tablo 10).

Tablo 8. İllere göre ihlallerin niteliği

İL	Suçun niteliği	YILLAR						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	Toplam
ARTVİN	Belge	3	2		1	5	3	14
	Boy					56		56
	Saha	2	6	6	3	18		35
	Teknik			2	6	3	3	14
	Zaman					3	1	4
	Toplam	5	8	8	10	85	7	123
RİZE	Belge	7	4	8	5	4	1	29
	Boy		1		1	4	5	11
	Saha	1	2	3	9	21	9	45
	Teknik			4	6	15	10	35
	Zaman				1		6	7
	Toplam	8	7	15	22	44	31	127
TRABZON	Belge	9	15	16	27	13	17	97
	Boy	7			13	5	1	26
	Saha	9	6	7	61	24	9	116
	Teknik		1	9	20	16	26	72
	Zaman	1	6	1	8	1	3	20
	Toplam	26	28	33	129	59	56	331
GİRESUN	Belge	19	14	5	13	14	18	83
	Boy					1		1
	Saha	8	2	8	17	15	6	56
	Teknik			13	12	2	8	35
	Zaman	5	5	1	2	4		17
	Toplam	32	21	27	44	36	32	192

Tablo 9. İllere göre ihlallerin niteliği ve kesilen idari para cezaları (yıl/₺).

İL	Suçun niteliği	YILLAR						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	Toplam
ARTVİN	Belge	4605	4698		426	9679	1431	20839
	Boy					76609		76609
	Saha	1416	24582	31120	6856	30731		94705
	Teknik			7002	5142	2769	2200	17113
	Zaman					2769	282	3051
	Toplam	6021	29280	38122	12424	122557	3913	212317
RİZE	Belge	2471	3622	4644	3772	3223	477	18209
	Boy				5142	6461	15344	26947
	Saha	708		5686	6758	32305	10718	56175
	Teknik			3112	6856	13845	9590	33403
	Zaman				857	9195	10052	
	Toplam	3179	3622	13442	23385	55834	45324	144786
TRABZON	Belge	5656	21453	14655	30371	20301	10514	102950
	Boy	9204			11141	11076	5754	37175
	Saha	9912	12313	13226	125122	22152	7954	190679
	Teknik		723	6454	14888	15691	26852	64608
	Zaman	708	5194	230	6252	272	1523	14179
	Toplam	25480	39683	34565	187774	69492	52597	409591
GİRESUN	Belge	8480	12636	2326	11210	30386	26355	91393
	Boy					2769		2769
	Saha	6372	1446	6224	33531	13194	10549	71316
	Teknik			9741	15870	1846	8631	36088
	Zaman	10620	3106	230	1714	3692		19362
	Toplam	25472	17188	18521	62325	51887	45535	220928

Giresun-Artvin İlleri Arasındaki ihlal Sayılarının Avcılık Türü Bakımından Aylara Göre Değerlendirilmesi:

Yıl içerisinde avcılık türüne göre ihlaller incelendiğinde gırgır, uzatma ağları ve algarna ile avcılık başta gelmektedir. Avcılık türleri aylara göre değerlendirildiğinde; algarna ile avcılık 9-11. aylarda, amatör avcılık yaz dönemi boyunca ve özellikle Eylül ayında, balık çiftliklerinde genellikle havuzlarda balığın bulunmadığı Temmuz ayında, dalarak su ürünleri avcılığı yine Temmuz ayında, gırgır avcılığı yapan balıkçı teknelerinde 12., 1., ve 2. aylarda, uzatma ağları ile avcılıkta kalkan balığı avcılığının yasaklandığı Mayıs ayında artış olduğu görülmektedir (Tablo 11).

Tablo 10. Giresun-Artvin İlleri arasındaki ihlal sayılarının niteliğinin aylara göre dağılımı.

Suçun niteliği	AYLAR												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Belge	25	17	33	10	18	10	16	11	22	25	17	19	223
Boy	44	9									3	38	94
Saha	14	48	15	6	31	6	9	1	30	53	23	16	252
Teknik	17	7	16	11	24	5	12	1	22	16	17	8	156
Zaman			1		5	7	10	10	4	1	10		48
Toplam	100	81	65	27	78	28	47	23	78	95	70	81	773

Tablo 11. Giresun-Artvin illeri arasındaki ihlal sayılarının avcılık türlerine göre aylara göre dağılımı.

Avcılık türü	AYLAR												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Algarna ile				1			8	1	17	48	26	5	106
Amatör avcılık	1		3		2	3	8	5	13	3	1		39
Balık çiftliği	2	2	4	1	2		7		3	2	2		25
Dalarak avcılık							8						8
Gırgır ağları ile	64	65	34	7	3				19	19	19	54	284
Ticari avcılık	4	2	2	3	22	3	1	3	2	1	3	5	51
Trol ağları ile					5		2		4				11
Uzatma ağları ile	28	12	22	15	44	22	13	14	20	22	16	16	244
Voli ağları ile											1		1
Kamyon	1										3		4
Toplam	100	81	65	27	78	28	47	23	78	95	70	81	773

İllere Göre Suçların Değerlendirilmesi: Tablo 12, 13, 14 ve 15' de illere göre işlenen suçların ayrıntılı değerlendirmesi verilmiştir. Artvin ilinde karşılaşılan suçlara bakıldığında küçük boyda balık avcılığı ve naklinin en çok karşılaşılan hususların başında geldiği görülmekle birlikte, 2013 yılında suç unsurları sayılarındaki artış göze çarpmaktadır (Tablo 12).

Rize ilinde karşılaşılan suçlar incelendiğinde; gemi üzerinde tek katlı misina ağı bulundurmamak, algarna ile sahilden itibaren 500 m alanda avcılık yapmak, gırgır ağları ile sığ suda avcılık yapmak ve gerçek kişiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek hususlarının önde olduğu belirlenmiştir (Tablo 13).

Trabzon' da ise karşılaşılan suçlara arasında gerçek kişilere ait su ürünleri ruhsat tezkeresi olmamak veya göstermemek, Karadeniz'de Münhasır Ekonomik Bölge dışında avcılık yapmak ve algarna ile sahilden itibaren 500 m alanda avcılık yapmak ilk sıralarda olduğu görülmektedir (Tablo 14).

Giresun ilinde gerçek kişilere ait su ürünleri ruhsat tezkeresi olmamak veya göstermemek, algarna ile sahilden itibaren 500 m alanda avcılık yapmak ve limanlar, balıkçı

barınakları ve çekek yerlerinde avcılık yapmak ilk sıralarda olmuştur (Tablo 15). Trabzon ve Giresun illerinde en yüksek suç unsur sayılarının 2012 yılında olduğu belirlenmiştir (Tablo 14, 15).

Tablo 12. Artvin ilinde suç unsurları ve sayıları.

SUÇ UNSURLARI	YILLAR						Toplam
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
-Amatör olarak gece sualtı tüfeği ile su ürünleri istihsalı yapmak						1	1
-Avlanma yaşağı süresince gemilerde ve istihsal yerlerinde her türlü av malzemeleri, teçhizat, alet edavat ve yenleme takımları bulundurmamak			1		1		2
-Denize bırakılan uzatma ağlarının gündüz flama (şamandıra), gece ise ışıklı şamandıra ile işaretlendirilmemesi						1	1
-Gemi üzerinde tek katlı misina ağı bulundurmamak ve kullanmak				6	1	1	8
-Gemiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresi olmamak	1				3		4
-Gemiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek				2			2
-Gemiler için verilen ruhsat numarasını plaka olarak görülecek şekilde gemiye yazmamak.			1				2
-Gerçek kişiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresi olmamak	1	1					2
-Gerçek kişiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek			1		3		4
-Gürgan ağı ile su sularında avcılık yapmak	1	2		1	17		21
-Gürgan ağları kullanan balıkçı gemileri bakanlık il veya ilçe müdürlüklerinden 1 yıl geçerli derinlik ölçüm belgesi almamak	1						1
-Küçük boya hamsi avcılığı				49			49
-Küçük boya hamsi nakli				6			6
-Küçük boya istavrit nakli				1			1
-Liman içerisinde sualtı tüfeği ile amatör olarak su ürünleri avcılığı yapmak				1			1
-Limanlar, balıkçı barınakları ve çekek yerlerinde avcılık yapmak	1		2				3
-Özel teknede kullanılması ve bulundurulması yasak ağ bulundurmamak						1	1
-Tarım il müdürlüğünden hamsi avcılığı izin belgesi almadan hamsi avcılığı yapmak		1					1
-Yasak sahada çevirme ağları ile su ürünleri avcılığı yapmak		4	6				10
-Yasak zamanda kalkan ağı tekne bulundurmamak					3		3
Toplam	5	8	8	10	85	7	123

Tablo 13. Rize ilinde suç unsurları ve sayıları.

SUÇ UNSURLARI	YILLAR						Toplam
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
-Algama ile sahilden 500 metre içerisinde avcılık yapmak				4	10		14
-Amatör olarak gece sualtı tüfeği ile su ürünleri istihsalı yapmak						2	2
-Bakanlıkça belirlenen akarsuların denize karıştıkları yerler merkez olmak üzere 500 metre yarıçaplı alanda su ürünleri avcılığı yapmak					1		1
-Çekek yerinde misina ağı bulundurmamak							
-Denize bırakılan uzatma ağlarının gündüz flama (şamandıra), gece ise ışıklı şamandıra ile işaretlendirilmemesi			1	1			2
-Denizlerde ve iç sularda sabit olarak kurulan istihsal vasıtalarına ve yerlerine gündüzleri flama, geceleri ise ışıklı flama veya benzeri bir işaret konulmaması				2			4
-Gece algama ile deniz salyangozu avcılığı yapmak				1			1
-Gemi üzerinde tek katlı misina ağı bulundurmamak ve kullanmak		2	3	13	2		20
-Gemiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresi olmamak		2	1	1	1		5
-Gemiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek			1				1
-Gerçek kişiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresi olmamak	6	2					8
-Gerçek kişiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek	1		5	2	3		12
-Gürgan ağları ile su sularında avcılık yapmak				1	10	1	12
-Hamsi nakil belgesi düzenlenmeden sevkıyat yapmak				1			1
-Karadeniz'de Münhasır Ekonomik Bölge dışında su ürünleri avcılığı yapmak			1				1
-Küçük boya hamsi avcılığı yapmak					3	2	5
-Küçük boya hamsi nakli yapmak		1			1	3	5
-Küçük boya istavrit avcılığı yapmak				1			1
-Limanlar, balıkçı barınakları ve çekek yerlerinde avcılık yapmak	1			1			3
-Limanlarda ve balıkçı barınaklarında ana mendireğin başından itibaren 100 metre yarıçaplı alanda su ürünleri avcılığı yapmak						1	1
-Su ürünleri istihsalinde kullanılan gemilerde aranan asgari vasıf ve şartlara uymamak						1	1
-Su ürünleri yetiştiriciliği yapan kafeslere 100 metreden yakın mesafede amatör avcılık yapmak			1	3			4
-Su ürünleri yetiştiricilik belgesinde belirtilen koordinatlar dışında faaliyette bulunmak		2					2
-Su ürünleri yetiştiricilik tesislerinin bulunduğu alanda ve kafeslerin çevresinde bulunan 200 metrelilik saha içerisinde ticari avcılığı yapmak			1				1

-Yaptıkları avcılık ve avladıkları türlere ilişkin kayıtları usulüne uygun tutmamak			1	1			2
-Yasak zamanda hamsi avcılığı yapmak						4	4
-Yasak zamanda yakalanan su ürünlerini nakletmek						1	1
-Yasaklanan av araç ve gereçlerinin avlanma mahallinde bulundurmamak			1		2	4	7
Toplam	8	7	15	22	44	31	127

Tablo 14. Trabzon ilinde suç unsurları ve sayıları.

SUÇ UNSURLARI	YILLAR						Toplam
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
-12 metreden küçük tekneye gürgan ağları ile avcılık yapmak					4		4
-Algama ile sahilden 500 m içerisinde avcılık yapmak		2		13	19	5	39
-Algamaların ağız derinliğinin 60 cm olması (azami 40 cm olmalıdır)						6	6
-Amatör olarak gece sualtı tüfeği ile su ürünleri istihsalı yapmak		4	1	1	1	2	9
-Avladıkları ürünlere ilişkin kayıtları tutmamak						1	1
-Bakanlıkça belirlenen akarsuların denize karıştıkları yerler merkez olmak üzere 500 m yarıçaplı alanda su ürünleri avcılığı yapmak	3		1		3	1	8
-Deniz salyangozu avcılığı izin belgesini göstermemek					1		1
-Deniz salyangozu avlanma izin belgesi olmamak		1				1	2
-Denize bırakılan uzatma ağlarının gündüz flama (şamandıra), gece ise ışıklı şamandıra ile işaretlendirilmemesi			2		2		4
-Denizlerde ve iç sularda sabit olarak kurulan istihsal vasıtalarına ve yerlerine gündüzleri flama, geceleri ise ışıklı flama veya benzeri bir işaret konulmaması			3	1	1	11	16
-Gemi üzerinde tek katlı misina ağı bulundurmamak ve kullanmak		2	4	13	3		22
-Gemide birden fazla algama bulundurmamak ve kullanmak		1					1
-Gemiler için ruhsat tezkeresi olmadan amatör tekneye palamut ağı kullanmak						1	1
-Gemiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresi olmamak			3	2			5
-Gemiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek				1			1
-Gemiler için verilen ruhsat numarasını plaka olarak görülecek şekilde gemiye yazmamak.						1	1
-Gerçek kişiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek	8	6	11	6			31
-Gerçek kişiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek		1	2	12	7	15	37
-Gürgan ağı ile su sularında avcılık yapmak	1	1		1			3
-Gürgan ağları kullanan balıkçı gemileri bakanlık il veya ilçe müdürlüklerinden 1 yıl geçerli derinlik ölçüm belgesi almamak	1	3	1	1	1		7
-İşaret tabancası ve veri fişegi bulundurmamak				1			1
-Karadeniz'de münhasır ekonomik bölge dışında su ürünleri avcılığı yapmak			2	40			42
-Kira sözleşmesine rağmen faaliyetine devam etmek		1					1
-Küçük boya hamsi avcılığı	2					5	7
-Küçük boya hamsi nakli	5						5
-Küçük boya istavrit avcılığı yapmak					13		14
-Limanlar, balıkçı barınakları ve çekek yerlerinde avcılık yapmak	3	2	2	7	1		15
-Limanlarda ve balıkçı barınaklarında ana mendireğin başından itibaren 100 m yarıçaplı alanda su ürünleri avcılığı yapmak					1	1	2
-Özel tekne ile su ürünleri istihsalı yaparak ticari faaliyette bulunmak					1		1
-Özel teknede kullanılması ve bulundurulması yasak ağ bulundurmamak				1	8		10
-Su ürünleri yetiştiriciliği yapan kafeslere 100 m' den yakın mesafede amatör avcılık yapmak					1		1
-Su ürünleri yetiştiricilik belgesinde belirtilen koordinatlar dışında faaliyette bulunmak					1		1
-Su ürünleri yetiştiricilik tesislerinin bulunduğu alanda ve kafeslerin çevresinde bulunan 200 m' lik saha içerisinde ticari avcılık yapmak	2		2				4
-Tarım il müdürlüğünden hamsi avcılığı izin belgesi almadan hamsi avcılığı yapmak		2	3	1			6
-Tırvırı olarak adlandırılan av aracı ile su ürünleri avcılığı yapmak			2				2
-Yaptıkları avcılık ve avladıkları türlere ilişkin kayıtları usulüne uygun tutmamak			2	2	2		6
-Yasak sahada dip trolü ile avcılık yapmak			1				1
-Yasak zamanda algama ile deniz salyangozu avlamak				5			5
-Yasak zamanda gürgan ağları ile su ürünleri avcılığı yapmak			1				1
-Yasak zamanda kalkan ağı tekne bulundurmamak						2	2
-Yasak zamanda kalkan ağı yapmak					2		3
-Yasak zamanda uzatma ağları ile palamut avcılığı yapmak						1	1
-Yasaklanan av araç ve gereçlerinin avlanma mahallinde bulundurmamak				1			1
Toplam	26	28	33	129	59	56	331

İllere Göre İhlal Yapan Şahısları Görevleri Açısından Değerlendirilmesi: Artvin ilinde ihlal yapan şahıslar görevleri bakımından karşılaştırıldığında en fazla tayfalara işlem yapılırken; Rize, Trabzon ve Giresun' da kaptanlara en fazla işlem yapılmıştır. Rize ve Trabzon bölgesinde balık çiftliklerinin yoğun olması nedeniyle kafeslerin etrafına işaretlerin konulmaması nedeniyle işlem yapıldığı görülmektedir (Tablo 16).

İllere göre ihlal yapan şahısların görevleri bakımından kesilen idari para cezaları Tablo 17’ de değerlendirilmiş olup, tüm iller için en fazla idari para cezası kapitanlara kesilmiştir.

Tablo 15. Giresun ilinde suç unsurları ve sayıları.

SUÇ UNSURLARI	YILLAR						Toplam
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
-12 metreden küçük teknede trol donanımı bulundurmak				3			3
-Algarna ile sahilden 500 m içerisinde avcılık yapmak			1	5	13	2	21
-Amatör olarak gece sualtı tüfeği ile su ürünleri istihali yapmak		1	1				2
-Bakanlıkça belirlenen akarsuların denize karışıkları yerler merkez olmak üzere 500 m yarıçaplı alanda su ürünleri avcılığı yapmak	1		2		1	2	6
-Deniz salyangozu avcılığında kullanılan algarnaların ağız genişliğinin 3 m’ den fazla olması			1				1
-Deniz salyangozu avlanma izin belgesi olmamak			1	2		2	5
-Gece algarna ile deniz salyangozu avcılığı yapmak					3		3
-Gece sualtı tüfeği ile su ürünleri istihali yapmak	3	2					5
-Gemi üzerinde tek katlı misina ağı bulundurmak ve kullanmak			3	6	2	4	15
-Gemide birden fazla algarna bulundurmak ve kullanmak			6				6
-Gemiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresi olmamak	1		1	4	1		7
-Gemiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek	1			2			3
-Gemiler için verilen ruhsat numarasını plaka olarak görülecek şekilde gemiye yazmamak.			1		1		2
-Gerçek kişiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresi olmamak	10	2	3				15
-Gerçek kişiler için su ürünleri avlanma ruhsat tezkeresini ilgililere göstermemek	7	9	1	7	3	9	36
-Gerçek kişiler için su ürünleri ruhsat tezkeresini ilgililere ibraz etmemek						2	2
-Gırgır ağları ile 24 metreden sığ sularda avcılık yapmak						2	2
-Gırgır ağları ile belirtilen saatler dışında hamsi balığı avcılığı yapmak.	2						2
-Gırgır ağları kullanılan balıkçı gemileri bakanlık il veya ilçe müdürlüklerinden 1 yıl geçerli derinlik ölçüm belgesi almamak		3		1			4
-Gırgır ağları ölçüm belgesi olmamak						2	2
-Hamsi avcılığı izin belgesi olmamak						2	2
-Küçük boyda hamsi nakli					1		1
-Liman içerisinde dalarak midye istihali yapmak			1				1
-Liman içerisinde sualtı tüfeği ile amatör olarak su ürünleri avcılığı yapmak				1			1
-Limanlar, balıkçı barınakları ve çekek yerlerinde avcılık yapmak	7	2	4	6			19
-Özel teknede kullanılması ve bulundurulması yasak ağ bulundurmak			2	3			5
-Profesyonel sualtı adamları dalış belgesi olmadan nargile ile dalarak su ürünleri avcılığı yapmak					1		1
-Tarım il müdürlüğünden hamsi avcılığı izin belgesi almadan hamsi avcılığı yapmak				1	1		2
-Yapıtları avcılık ve avladıkları türlerle ilişkin kayıtları usulüne uygun tutmamak				2	2		4
-Yasak sahada dip trolü ile avcılık yapmak				5			5
-Yasak zamanda algarna ile deniz salyangozu avlamak					1		1
-Yasak zamanda gemide algarna bulundurmak				2			2
-Yasak zamanda kalkan avcılığı yapmak,		2					2
-Yasaklanan av araç ve gereçlerinin avlanma mahallinde bulundurmak				1	3		4
Toplam	32	21	27	44	36	32	192

Tablo 16. İllere göre ihlal yapan şahısların görev dağılımı.

İL	İhlal yapan şahısların görevi	YILLAR						Toplam
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	
ARTVİN	Donatan				4	1	5	
	Kaptan	3	7	8	4	19	42	
	Şahıs				1	2	3	
	Tayfa	2	1		6	61	3	
	Toplam	5	8	8	10	85	7	123
RİZE	Balık Çiftliği		2				2	
	Donatan			3	6	3	6	
	Kaptan	1	1	7	9	26	14	
	Şahıs				3	1	2	
	Tayfa	7	3	5	4	14	7	
Şoför			1				1	
Toplam	8	7	15	22	44	31	127	
TRABZON	Balık Çiftliği		1	4	1	11	17	
	Donatan			2	11	10	6	
	Kaptan	14	17	17	31	36	27	
	Şahıs		5		9	1	3	
	Şirket					1	1	
Tayfa	9	5	10	78	11	8		
Şoför	3						3	
Toplam	26	28	33	129	59	56	331	
GİRESUN	Şirket				2		2	
	Donatan			6	7	11	7	
	Kaptan	10	7	14	22	15	19	
	Şahıs	3	5	4	2	2		
	Tayfa	19	9	3	13	6	6	

Toplam	32	21	27	44	36	32	192
---------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------

El Konulan Su Ürünleri: El konulan su ürünleri bakımından iller değerlendirildiğinde hamsi, istavrit ve deniz salyangozunun yoğunlukta olduğu ve hamsinin bunlar arasında en yoğun olarak el konulan su ürünleri türü olduğu dikkat çekmektedir (Tablo 19).

Tablo 17. İhlal yapan şahısların görevleri bakımından kesilen idari para cezaları (₺).

İL	İhlal yapan şahısların görevi	YILLAR							Toplam
		2009	2010	2011	2012	2013	2014		
ARTVİN	Donatan					11076	959	12035	
	Kaptan	4248	28920	38122	7713	41984	959	121946	
	Şahıs					272	564	836	
	Tayfa	1773	360		4711	69225	1431	77500	
	Toplam	6021	29280	38122	12424	122557	3913	212317	
RİZE	Balık Çiftliği						1918	1918	
	Donatan			2169	11141	3692	5754	22756	
	Gemicisi						959	959	
	Kaptan	708	1451	8564	8919	36920	26062	82624	
	Şahıs				759	923	564	2246	
Tayfa	2471	2171	2709	2566	14299	8149	32365		
Usta gemicisi						959	959		
Yağcı						959	959		
Toplam	3179	3622	13442	23385	55834	45324	144786		
TRABZON	Balık Çiftliği			3264	1846	13426	18536		
	Donatan			1008	22376	22152	5754		
	Kaptan	20532	36667	24101	40014	33233	28078		
	Şahıs		1216		2450	272	1523		
	Tayfa	4948	1800	6192	122934	11989	3816		
Toplam	25480	39683	34565	187774	69492	52597	409591		
GİRESUN	Şirket					6669	6669		
	Donatan			4222	5042	21437	17272		
	Kaptan	14868	11205	10731	29002	17532	22514		
	Şahıs	2124	2380	2016	2220	1195	9935		
	Tayfa	8480	3603	1552	26061	5054	5749		
Toplam	25472	17188	18521	62325	51887	45535	220928		

Araştırma Sahası El Konulan Malzemeler: 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu Kapsamında 2009-2014 yılları arasında araştırma sahası el konulan malzemeler illere göre değerlendirilerek Tablo 18’ de özetlenmiştir.

El konulan av araç/gereçleri bakımından Artvin’ de gırgır ağlarının, Rize’ de algarna ve kullanılması yasak olan misina ağlarının, Trabzon’ da deniz salyangozu avcılığında kullanılan algarnaların, Giresun’ da ise kefal ağının büyük bir farkla önde olduğu görülmektedir (Tablo 18).

Tablo 18. İllere göre el koyulan av araç/gereç sayıları.

İL	El konulan av araç/gereçleri	YILLAR							Toplam
		2009	2010	2011	2012	2013	2014		
ARTVİN	Gırgır ağı		5	5	1	3		14	
	Kalkan ağı					1		1	
	Kefal ağı	2			1			3	
	Barbun ağı	1						1	
	Misina ağı						1	1	
	Su altı tüfeği						1	1	
	Toplam	3	5	5	2	4	2	21	
RİZE	Algarna					8		8	
	Dalış takımı				1			1	
	Gırgır ağı			1	1		2	4	
	Kalkan ağı						1	1	
	Kefal ağı	1					1	2	
	Mezgit ağı				1			1	
	Misina ağı				1	5		6	
Su altı tüfeği						1	1		
Toplam	1		1	4	13	5	24		
GİRESUN	Algarna		3		2	9	1	15	
	Barbun ağı	2						2	
	Gırgır ağı	2	2	1				5	
	İstavrit ağı	1					1	2	
	Kalkan ağı	2						2	
	Kefal ağı			3	3		1	7	
	Mezgit ağı	2			3			5	
	Misina ağı					1	2	3	
	Palamut ağı						1	1	
	Trol ağı		1					1	
	Voli ağı					1		1	
Toplam	9	6	4	8	11	6	44		
GİRESUN	Algarna			1	4	2		7	
	Barbun ağı			1				1	

Deniz gözlüğü, palet			1			1
Gırgır ağı	2				1	3
Kefal ağı	3		4	3	1	14
Mezgit ağı	1	1				2
Misina ağı				1	3	4
Trol ağı				1		1
Toplam	6	1	7	9	3	33

Tablo 19. İllere göre el koyulan su ürünleri miktarları (kg).

İl	El konulan su ürünleri (kg)	YILLAR						
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	Toplam
ARTVIN	Hamsi					99872		99872
	İstavrit		800			13920		14720
	Toplam	800				113792		114592
RİZE	Çinekop				3.5			3.5
	Palamut				7		16	23
	İstavrit				965		1584	2549
	Hamsi		75000		12780	25000	30480	143260
	Sazan						12	12
Zargana balığı	6.5						6.5	
Toplam	6.5	75000	0	13756	25000	32076	145838	
TRABZON	Barbun		48					48
	Deniz salyangozu		455		595	245	320	1615
	Hamsi	134580	32	4800	238880	12000		390292
	İstavrit			1600	15920		3600	21120
	Mezgit			10				10
Palamut				16			16	
Toplam	134580	535	6410	255411	12245	3920	413101	
GİRESUN	Barbun				80			80
	Deniz salyangozu			1155		490	1950	3595
	Hamsi	35360				44180	3440	82980
Toplam	35360		1155	80	44670	5390	86655	

El Konulan Sahipsiz Av Araç/Gereçleri: El konulan sahipsiz av araç/gereçleri ile ilgili balıkçı barınakları, barınma ve çekek yerlerinde de yasağın başladığı yıl 2013 olduğundan, bu kapsamda uygulanan işlemlere ait veriler 2013 ve 2014 yıllarını kapsamaktadır. Araştırma sahası içerisindeki tüm illerde sahibi belli olmayan kullanılması tamamen yasaklanmış veya kullanılması tamamen yasaklanmamış o anda kullanılması yasak olan av araçlarına bakıldığında tek katlı misina ağının yoğunlukta olduğu görülmektedir (Tablo 20).

Tablo 20. İllere göre el konulan sahipsiz malzemelerin dağılımı.

İl	Ağ özelliği	YILLAR		
		2013	2014	Toplam
ARTVIN	Kalkan ağı	1		1
	Tek katlı misina ağı	2	13	15
	Toplam	3	13	16
RİZE	Kalkan ağı	1	3	4
	Tek katlı misina ağı	2	113	115
	Kefal ağı		2	2
Toplam	3	118	121	
TRABZON	Dalyan ağı	1		1
	Kalkan ağı	1	8	9
	Tek katlı misina ağı	45	107	152
	Kefal ağı		1	1
Toplam	47	116	163	
GİRESUN	Kalkan ağı		3	3
	Tek katlı misina ağı	28	16	44
	Kefal ağı	1		1
Toplam	29	19	48	

SONUÇ ve TARTIŞMA

Karadeniz bölgesi su ürünleri üretimi gerek bölge ve gerekse ülke ekonomisi içerisindeki payı bakımından göz ardı edilemeyecek seviyededir. Bilimsel çalışmalar su ürünlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, 2009-2014 yılları arasında, Sahil Güvenlik Trabzon Grup Komutanlığı'nın rutin kontrol ve denetlemeleri esnasında kayıt altına alınan ihlal verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illerinde ortak olarak gırgır, voli ağları, algarna, uzatma ağları, serpme ve amatör avcılık avcılıkta kullanılan av araçları ile avcılık

yapılmaktadır. Avlanılan deniz balıklarının büyük kısmı gırgır ağları ile avlanılmakta olup, avlanılan ürünlerin başında hamsi gelmektedir. Hamsinin karasularımıza ve münhasır ekonomik bölgemize girmesi ile beraber balıkçı teknelerimizin takibi başlamakta, genellikle bu takip Gürcistan sınırında son bulmaktadır. Bu takibe sadece Karadeniz limanlarına bağlı bulunan balıkçı tekneleri değil, Marmara ve diğer denizlerimizde bulunan limanlara bağlı balıkçı tekneleri de zaman zaman katılmaktadır. Bu nedenle hamsi avcılığı döneminde Karadeniz'de gırgır avcılığı yapan balıkçı teknelerinde artış gözlenmektedir.

Yapılan denetim faaliyetleri sonuçlarına göre 2012 ve 2013 yıllarında ihlal sayılarının fazlalığı dikkat çekmektedir (Tablo 5). İhlaller il bazında değerlendirildiğinde Trabzon ve Giresun, araştırma kapsamında incelenen diğer illere kıyasla daha yüksek sayıda ihlal yaparak daha fazla cezai işlem uygulanan iller olmuşlardır (Tablo 7 ve Tablo 8).

İllere göre yapılan ihlaller niteliklerine göre incelendiğinde Artvin' de boy yasağına uymamak, Rize ve Trabzon' da yasak sahada avcılık, Giresun' da ise belge eksikliği en yüksek sayıda rastlanılan usulsüzlükler olmuştur (Tablo 8).

Balıkçı tekneleri arasında toplam beş yıllık av sezonunda su ürünleri ihlali yaptıkları belirlenen 551 adet teknede bulunan 752 kişiye ve tekne olmaksızın bireysel olarak avcılık yapan 21 kişiye su ürünleri ihlali yaptıkları tespit edilerek yasal işlem uygulanmıştır. En fazla ihlal yapan kişiye 2013 yılında rastlanmıştır. İller bazında ihlal yapan kişi sayısının en yüksek olduğu il Trabzon olarak belirlenmiştir. Genel suç dağılımı aylara göre değerlendirildiğinde aralık ve ocak aylarında yoğunluk olduğu belirlenmiştir.

Algarna ile yasadışı deniz salyangozu avcılığına 2010 yılında karşılaşmaya başlanmış olup, 2012 ve 2013 yıllarında büyük bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Yasa dışı algarna ile deniz salyangozu avcılığının ekim ayında artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Sahibi belli olmayan, kullanılması ve avlanma alanlarında, tekne üzerinde, balıkçı barınakları, barınma ve çekek yerlerinde bulundurulması yasak olan tek katlı ve çoklu tek katlı misina ağları zaman zaman balıkçı barınaklarından toplanmasına rağmen yine de zaman zaman avlanma mahallinde, balıkçı barınakları, barınma ve çekek yerlerinde rastlanılmaktadır. Balıkçı barınakları, barınma ve çekek yerlerinde de yasağın başladığı 2013 yılından itibaren Giresun-Artvin arasında toplam 326 adet misina ağına el konulmuştur. İlgili tebliğe göre kullanılması ve bulundurulması tamamen yasaklanan av araçlarının satışının da yasaklanması bu kapsamdaki ihlallerin önlenmesinde etkili olacaktır.

Son beş yıl içerisinde Giresun-Artvin arasında 422.280 kg hamsi ve istavrite el konulmuştur. El konulan küçük boyda hamsi ve istavrit balıklarının kasım, aralık, ocak ve şubat aylarındaki yoğunluğu göze çarpmaktadır.

Balıkçı tekneleri gruplandırıldığında, 2/1, 2/2, 3/1 ve 3/2 numaralı tebliğlerde var olan yasaklara uyma konusunda herhangi bir grubun ayrışmadığı görülmüştür. Avlanma türlerine göre teknelerin ihlalleri, ekonomik karlılık düşünüldüğünde farklılıklar göstermektedir. Gırgır teknelerinin küçük boyda balık avcılığına belirli dönemlerde yönelmeleri buna örnek gösterilebilir. Bu da ihlallerin ekonomik getirilere paralel olarak artabileceğini göstermektedir.

Çeşitli avcılık izinleri belirli dönemlerde verilmektedir. Bu izinler verilirken avlanılacak tür, kullanılacak av aracı ve konuya ilişkin mevzuat hakkında belgeyi veren kurum tarafından ilgili kişilere bilgilendirme yapılması farkındalığın yaratılması açısından oldukça önemlidir. Denizlerde yapılan kontrollere ilave olarak karada da kontrollerin sıkı bir şekilde yapılmasının caydırıcılığın sağlanmasında etkili olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Bat, L., Şahin, F., Satılmış, H.H., Üstün, F., Özdemir, Z.B., Kideys, A.E. & Shulman, G.E. (2007).** Karadeniz' in Değişen Ekosistemi ve Balıkçılığına Etkisi. *Journal of Fisheries Sciences.com.* 1 (4):191-227.
- DLH T.C. Ulaştırma Bakanlığı (2011).** *Demiryollar, Limanlar ve Hava meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü Balıkçılık Kıyı yapıları Durum ve İhtiyaç Analizi Sonuç Raporu Cilt:2.* 11.03.2019, <http://www.udhb.gov.tr/images/hizlierisim/9ae9c241a54dde7>.
- Erkoyuncu, İ. (1995).** *Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği.* O.M.U. Yayınları, Yayın No: 95-65.
- Fasham, M.J.R. (1978).** The application of some stochastic processes to the study of plankton patchiness. In *Spatial pattern in plankton communities* (pp. 131-156). Springer, Boston, MA.
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, (2012).** *3/1, 3/2, Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ 2012-2016.*
- Gücü, A.C. (2002).** Can overfishing be responsible for the successful establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 54:439-451.

- Kocataş A. (1994).** *Ekoloji ve çevre biyolojisi.* E.Ü Fen Fakültesi ders kitapları Seri:124.
- Laevastu, T., Larkins, H.A. (1981).** *Marine Fisheries Ecosystem, Its Quantitative Evaluation and Management.* Fishing News Books Ltd,162p.
- Niermann, U., Kideys, A.E., Kovalev, A.V., Melnikov, V. and Belokopytov, V.V. (1999).** Fluctuations of Pelagic Species of the Open Black Sea During 1980-1995 and Possible Teleconnections. In: S. Besiktepe et al. (Eds.). *Environmental Degradation of the Black Sea: Challenges and Remedies.* Kluwer Academic Publishers: 147-173.
- Sahil Güvenlik Komutanlığı, (1982).** *Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu.* 11.03.2019, <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2692>.
- Su Ürünleri Kanunu, (1971).** 11.03.2019, <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.1380>.
- T.C. Kalkınma Bakanlığı, (2014).** *Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018.* Ankara.
- T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, (2008).** *2/1, 2/2, Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ 2008-2012.*
- TÜİK. (2013).** Su Ürünleri İstatistikleri 2012.
- TÜİK. (2018).** Su Ürünleri İstatistikleri 2017.

*Corresponding author's:

Doç. Dr. Raşan Evren MAZLUM

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

✉E-mail: evren.mazlum@erdogan.edu.tr

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9556-2679>

GSM: 5055861892

Fax: 0464 2234118

Fasulye Gelişiminde, *Rhizoctonia solani* B227'nin Biyotik Stresine Karşı *Trichoderma harzianum* ID11C'nin Biyokontrol Etkinliği

Arif BOZDEVECİ Şengül ALPAY KARAOĞLU* Müberra PINARBAŞ
Cemre TARAKÇI Gökhan VEYİSOĞLU

Recep Tayyip Erdogan University, Department of Biology, Faculty of Arts & Sciences, TURKEY.

 <https://orcid.org/0000-0002-0729-9143>

 <https://orcid.org/0000-0003-1047-8350>

 <https://orcid.org/0000-0001-6064-0673>

 <https://orcid.org/0000-0003-0171-5369>

 <https://orcid.org/0000-0003-0224-3148>

Received date: 18.04.2019

Accepted date: 01.07.2019

Atf yapmak için: Bozdeveci, A., Alpay Karaoğlu, Ş., Pınarbaş, M., Tarakçı, C. & Veyisoğlu, G. (2019). Fasulye gelişiminde, *Rhizoctonia solani* B227'nin biyotik stresine karşı *Trichoderma harzianum* ID11C'nin biyokontrol etkinliği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 302-311.
How to cite: Bozdeveci, A., Alpay Karaoğlu, Ş., Pınarbaş, M., Tarakçı, C. & Veyisoğlu, G. (2019). The biocontrol activity of *Trichoderma harzianum* ID11C against to the biotic stress of *Rhizoctonia solani* B227 in bean development. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 302-311.

Öz: Çalışmada çay toprağından izole edilen *Trichoderma harzianum* ID11C suşunun bazı enzim aktivitesi, ağır metallerle toleransı, tohum (domates, mısır ve fasulye) çimlenmesi üzerine etkinliği ve fasulyede *Rhizoctonia solani* B227 (AG-4)'nin biyotik stresine karşı biyokontrol aktivitesinin araştırılması amaçlandı. *T. harzianum* ID11C suşunun bazı enzim aktiviteleri kromojenik yöntemle incelendi. Sonuçlar farklı konsantrasyonlarda ağır metal (Cu, Pb, Zn ve Cd) ve tuz toleransı olduğunu gösterdi. *Trichoderma harzianum* ID11C ve *Rhizoctonia solani* B227(AG4) izolatının fasulye gelişimine karşı patojenite testi ve *T. harzianum* ID11C suşunun tohum çimlenme başarısına olan etkinliği, su agar metodu ile incelendi. *T. harzianum* ID11C ve *R. solani* B227 varlığında fasulye gelişim parametreleri saksı deneyi ile araştırıldı. Fizyolojik (ana kök ve gövde uzunluğu, saçaklanma sayısı, yaprak sayısı, yaş ve kuru ağırlıkları) parametreler ölçüldü ve istatistiksel analizleri yapıldı.

Trichoderma harzianum ID11C suşu, yüksek konsantrasyonlarda ağır metallerle (100-400 mM) ve tuzla (250 mM) karşı toleranslıdır. Bitki gelişimini teşvik eden enzim aktivitelerinin var olduğu gözlemlendi. *T. harzianum* suşunun tohumların çimlenme başarısı üzerinde kontrole kıyasla olumsuz bir etkisinin olmadığı tespit edildi. Saksı deneyinde, kontrol ile *R. solani* B227 grupları birbirine kıyaslandığında, gövde ve ana kök uzunluğu, saçaklanma sayısı ve kökte lezyon skala değerleri ile yapılan istatistik analizi sonucu aralarında anlamlı farkın ($p < 0.05$, Tukey) olduğu belirlendi. *R. solani* B227 ve *T. harzianum* ID11D'nin ayrı ayrı fasulye gelişimi üzerine olan etkileri, kontrol grubuna göre iyi olmadığı belirlendi. Ancak ID11C ve B227+ID11C grupları B227 grubu ile kıyaslandığında, patojenik etkinliği azalttığı belirlendi.

R. solani B227 (AG4) izolatu, fasulyede (Zulbiye) patojeniteye neden olduğu, *T. harzianum* ID11C suşunun ise istatistiksel olarak olumlu yönde anlamlı bir fark oluşturmasına rağmen, tüm parametrelerde patojeniteyi azalttığı belirlendi. *T. harzianum* ID11C suşunun fasulye tarımında *Rhizoctonia solani*'ye karşı biyokontrol ve bitki destekleyici ajan olarak kullanılabilirliği sonucuna varıldı.

Anahtar sözcükler: Biyokontrol, bitki patojeni, fasulye, *Rhizoctonia solani*, *Trichoderma harzianum*.

The Biocontrol Activity of *Trichoderma harzianum* ID11C Against to the Biotic Stress of *Rhizoctonia solani* B227 in Bean Development

Abstract: The aim of the study was to determine the efficacy of *Trichoderma harzianum* ID11C strain isolated from tea soil on germination of seeds (tomato, maize, and bean) and to investigate the biocontrol efficacy against biotic stress of *Rhizoctonia solani* B227(AG4) in beans. Some enzyme activities of *T. harzianum* ID11C strain were investigated by the chromogenic method. It was determined that it had a tolerance to heavy metals (Cu, Pb, Zn, and Cd) and salt in different concentrations. The results showed different concentration of some heavy metal (Cu, Pb, Zn and Cd) resistance and salt tolerance. The pathogenicity test against the bean development of the *Rhizoctonia solani* isolate and the efficiency of the *T. harzianum* strain to seed germination success were determined by the water agar method. In the presence of *T. harzianum* and *Rhizoctonia solani*, bean development parameters were investigated by pot experiment. Physiological parameters (root and stem length, number of hair root, leaf surface area and number, wet and dry weights, etc.) were measured and then statistical analyses were performed.

Trichoderma harzianum ID11C strain was determined to tolerant against to high concentrations of heavy metals (100-400 mM) and salt (250 mM). It was observed that there were enzyme activities that promote plant growth. It was determined that *T. harzianum* strain had no negative effect on the germination success of the seeds compared to the control. In the pot experiment, when the control group and *R. solani*

groups were compared with each other, it was determined that there was a significant difference between the results of the statistical analysis performed with the stem and main root length, the number of lateral root and the root lesion scale (Tukey test, $p<0.05$). The effects of *R. solani* or *T. harzianum* on bean development were not as good as the control group. However, ID11C and B227+ID11C groups were found to reduce pathogenic activity when compared with group B227.

It was determined that *R. solani* caused pathogenesis in the bean (Zulbiye), whereas *T. harzianum* strain decreased pathogenicity in all parameters, although it is not statistically significant. It was concluded that *T. harzianum* ID11C strain could be used as biocontrol and plant supporting agent against *Rhizoctonia solani* in bean farming.

Keywords: Beans, biocontrol, plant pathogen, *Rhizoctonia solani*, *Trichoderma harzianum*.

GİRİŞ

Bitkiler, büyümelerini, gelişmelerini ve ürün verimlerini önemli ölçüde etkileyen çeşitli biyotik ve abiyotik streslere maruz kalırlar. Biyotik (bakteriyel ve fungal patojenler gibi) ve abiyotik (küresel ısınma, yüksek ve düşük sıcaklık, tuzluluk, kuraklık ve bununla ilişkili potansiyel iklim anormallikleri) stresler, dünyadaki tarımsal bitkilerin çoğunda ürün veriminin ve mahsul kaybının temel sebepleri arasında yer alırlar (Pandey vd., 2017). Bitkilerin biyotik streslerinin azaltılması ya da stres faktörlerinin olumsuz etkilerinden korunabilmesi, toprak verimliliğini arttırılabilmesi ve bitki büyümesinin teşvik edilmesi amacıyla alternatif yollar aranmaktadır. Bu yolların başında da bitki gelişimini teşvik eden en önemli faktörler arasında yine yararlı bakteri veya fungusları kapsayan mikroorganizmalar gelmektedir. Bitki gelişimini teşvik eden yararlı mikroorganizmalarla bitki etkileşimleri, bitkilerin stres toleransını olumlu etkiledikleri konusunda pek çok çalışma bulunmaktadır (Güler vd., 2016; Chernin ve Chet., 2002).

Bitki gelişimini teşvik eden ve bitki patojenlerinin biyolojik kontrolünde kullanılan tüm mantar türlerinin üçte birini *Trichoderma* spp. oluşturmaktadır (Chernin ve Chet., 2002). *Trichoderma* spp. rizosferde bulunur, özellikle bitki köklerine çok yakındır ve bitkiyi kontrol etmek için çevre dostu bir dizi biyolojik kontrol maddeleri üretmektedirler (Harman, 2006). Cinsin çeşitli türleri, farklı bitkisel ürün patojenlerine karşı biyo-fungisitler veya biyo-gübreler olarak pazarlanmaktadır (Woo vd., 2014). Bu türler, bitkiler için çoklu mekanizmalar kullanarak çeşitli bitki patojeni mikroorganizmalara karşı koruyucu etkinlik oluştururlar. Bu çoklu mekanizmalar; mikoparazitizm, antibiyozis, uçucu metabolik bileşikler, mekan ve besinler için rekabet ve bitki sistemik direncinin uyarılması dahil, çoklu sinerjik mekanizmalarla patojenleri kontrol ettiği gösterilmiştir (Howell, 2003; Harman vd., 2004; Harman, 2006; Ningxiao vd., 2018, Shores vd., 2010; Sawant, 2014; Woo vd., 2014).

Rhizoctonia solani, sklerot denilen dayanıklı yapısı aracılığıyla çoğunlukla toprak ve mahsul kalıntısında kalıcı olması ve geniş konakçı çeşitliliğine sahip olması nedeniyle kontrolü zor olan bir toprak kaynaklı fungal patojendir. Nekrotrofik bir patojen olup kök ve hipokotil hastalıklarına neden olur. *Rhizoctonia* kök çürüğü fasulye bitkisinde en yıkıcı hastalıklardan biri olup dünya çapında yaygındır

(Hagedorn, 1991). Biyolojik kontrol, fitopatojenik hastalık etkenlerine karşı sentetik pestisitlere bir alternatif olarak görülmektedir. *Trichoderma* spp. türlerinin fasulye, pamuk, domates, pancar ve patates dahil olmak üzere çeşitli mahsullere uygulandığında, *R. solani*'nin neden olduğu çeşitli hastalıkları (solgunluk ve kök çürüklüğü) azalttığı ile ilişkili pek çok çalışmalar bildirilmiştir (Beagle-Ristaino ve Papavizas, 1985; Lewis ve Papavizas, 1987; Verma vd., 2007).

Bitkilerde abiyotik stres faktörleri arasında yer alan yüksek konsantrasyondaki çeşitli ağır metallerin (Zn, Pb, Cu, Ni, Cd, Fe) çevrede varlığı toksisiteye sebep olmaktadır. Bundan dolayıdır ki atık suların içeriğindeki, ağır metallerin varlığı ve oranı sadece kimyasal tehdit değil, toprak yüzeyinde atık su içeren sulu çamur görünümü nedeniyle aynı zamanda fiziksel kirlilik unsuru da oluşturmaktadırlar (Schmidt, 1997). Gıda zinciri sistemine taşınan bu ve benzeri ağır metaller, kontamine ortamda üretilen ürünleri etkileyebileceği gibi, çevresel orjinli mikroorganizmaları, insan ve hayvan sağlığını da tehdit etmektedir (Korentajar, 1991). Ağır metallerin toprağın normal mikrobiyal florasını hatta nitrifikasyon ve denitrifikasyon görevi gören mikroorganizmaların mekanizmalarını inhibe ettiği ve organik bileşenlerin mikrobiyal oksidasyonlarını azalttığı belirlenmiştir (Braam vd., 1981; Madoni vd., 1996). Bitki gelişmesi, azot fiksasyonu, fosforun biyolojik olarak alınabilir hale gelmesi, siderofor yardımıyla bitkilerce demirin alınması, oksin, sitokinin ve giberellin gibi bitkisel hormonların üretilmesi ve bitki etilen düzeyinin azaltılması gibi mekanizmalarla, bitki gelişimini teşvik eden mikroorganizmalar tarafından düzenlenmektedir (Glick, 1995; Lucy vd., 2004).

Literatürde yapılan çalışmalarda *T. harzianum* ID11C suşunun güçlü biyokontrol ajanı olduğu bildirildi (Bozdeveci, 2014; Karaoğlu vd., 2018). Çalışmamızda *T. harzianum* ID11C suşunun biyoremidant özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ağır metal dirençliliği, tuzluluk toleransı ve bitki gelişimini teşvik eden özelliklerinin araştırılarak, in vitro ortamda *R. solani*'ye karşı antagonist etkinliğinin belirlenmesi ve de *R. solani* biyotik stresi varlığında fasulye (Zulbiye) bitkisinin büyümesine olan etkinliğinin saksı ortamında araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmada Kullanılan İzolatlar ve Diğer

Materyaller: Çalışmada kullanılan *Trichoderma* izolatu İkidere vadisi çay bahçesi topraklarından izole edilerek, geleneksel ve moleküler yöntemlerle *Trichoderma harzianum* ID11C olarak tanımlanmış, bir kısım biyoremidant özelliklerinin varlığı belirlenmiştir (Ülker ve Karaoğlu 2004; Karaoğlu vd., 2018). Fasulye bitkisinin toprak altı kısmından izole edilen *R. solani* B227(AG4) izolatu ise Karadeniz Teknik Üniversitesi'nden (Demirci, E.) temin edilmiştir. Test bitkisi olarak Zulbiye çeşidi fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) tohumu, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Mikrobiyoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

In vitro Koşullarda Engelleme Zonu Testi:

Antagonist *T. harzianum* ID11C, patojen *R. solani* B227(AG4) izolatu karşı antifungal özelliklerinin belirlenmesi için Patates Dekstroz besiyeri kullanıldı. İzolatlar dondurucudan çıkarılarak besi ortamına ekilerek, 28 °C'de inkübasyona bırakılarak 7 günlük taze kültürleri elde edildi. PDA besiyerlerinde, aralarında 4 cm uzaklık bulunan iki köşeye 5 mm çapında iki kuyucuk açılarak birine *T. harzianum* ID11C, diğerine ise *R. solani* B227(AG4) kültürlerinin 5 mm çaplı diskleri yerleştirildi ve 28 °C'de inkübasyona bırakıldı. Kültürler günlük takip edilerek 7. ve 15. günlerde, *T. harzianum* ID11C ve *R. solani* B227(AG4) büyüme zon çapları ölçüldükten sonra Royse ve Ries (1978) tarafından önerilen formüle göre *R. solani* gelişiminin inhibisyon yüzdesi hesaplandı.

RI; Engelleme oranı, R1; Patojenin büyüme yarıçapı, R2; Patojenin antagonist yönündeki büyüme yarıçapı.

$$\%PIRG = (RI) = \frac{(R1 - R2) \times (100)}{(R1)}$$

In vitro Koşullarda Metal ve Tuz Toleransı

Testleri: Çalışmada kullanılan *T. harzianum* ID11C izolatu farklı konsantrasyonlardaki metal ve tuz toleransı araştırıldı. Seçilen Cu, Pb, Zn, Cd metaller için dört (100, 200, 400, 800 mM) ve tuz için (25, 50, 100, 200, 250 ve 300 mM) 6 farklı konsantrasyonda PDA besiyeri hazırlandı. *T. harzianum* ID11C izolatu taze kültürlerinden 5 mm'lik diskler kesilerek petrikerin merkezine yerleştirilerek üremeye bırakıldı. Petrikerler günlük takip edilerek 7. gün zon çapları ölçülerek spor üretimleri değerlendirildi (Papazivas vd., 1982).

T. harzianum ID11C Bazı Enzim Aktivitelerinin

Belirlenmesi: Bitki ve patojenik mikroorganizmaların gelişimini etkileyecek bazı enzim aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla kalitatif yöntemler kullanılarak bir dizi enzim aktiviteleri araştırıldı. İzolatın kitinaz aktivitesi Agrawal and

Kotasthane (2012), proteaz aktivitesi Carlisle ve Falkinham (1989), lipaz aktivitesi Haba vd. (2000), fosfat çözünürlüğü Aydoğan vd. (2013), ACC Deaminaz aktivitesi Dworken ve Foster (1958) ve siderofor üretimi özelliği Schwyn ve Neilands (1987) ile Pérez-Miranda (2007) tarafından önerilen yöntemler kullanılarak yapıldı.

T. harzianum ID11C'nin Fasulye Çimlenmesi ve Büyümesi Üzerine Etkisi: Patojenite testi için farklı araştırmacıların (Muyolo vd., 1993; Sneh ve Ichievlevich-Auster, 1998) uyguladıkları yöntem modifiye edilerek kullanıldı. Öncelikle *T. harzianum* ID11C ve *R. solani* B227(AG4) izolatları, PDA besiyerinde 7 günlük kültürleri hazırlandı. Fasulye tohumları (Zulbiye) % 50'lik NaOCl'de 3 dakika yüzeysel dezenfeksiyonu yapılarak üç kez steril distile su ile yıkandı. Daha sonra %70'lik etil alkolde 2 dakika bekletilerek steril distile su ile tekrar üç kez yıkandı ve oda sıcaklığında 30 dakika güvenlik kabininde bekletilerek kurutuldu.

Trichoderma harzianum ID11C, PDA besiyerinde 28°C'de 7-10 gün inkübasyon yapılarak bol sporlanması sağlandı. Sporlar steril distile su ile yıkanarak steril erlene alındı ve dilüsyon yardımıyla $4,4 \times 10^7$ - $4,8 \times 10^7$ cfu/mL yoğunlukta spor süspansiyonu hazırlandı. Spor sayımı için Neubauer lamı kullanıldı (Goettel ve Inglis, 1997). Sporların tohuma yapışması için spor solüsyonu ve % 2'lik CMC (Karboksi Metil Selüloz) 1:1 oranında karıştırıldı. Steril erlen içerisinde bulunan, sterilizasyonu tamamlanmış tohumlara toplam 20 ml ilave edilip yaklaşık 30 dakika yatay çalkalayıcıda sporların tohumları kaplaması için beklendi (Mihuta-Grimm ve Rowe, 1986). Kaplanmış tohumlar steril filtre kağıtlı petrinin içine 10'ar adet yerleştirildi. Üç tekrarlı olarak yapıldı ve 7-10 gün iklimlendirme dolabında inkübe edildikten sonra *T. harzianum* varlığında çimlenme başarısı belirlendi. Kontrol olarak aynı şartlarda hazırlanmış ancak *T. harzianum* ile muamele edilmemiş tohumlar kullanıldı. Fasulye tohumlarından gelişme/filizlenme parametreleri bir hafta süresince gözlemlendi. Kontrole göre elde edilen sonuçlar ANOVA (Tukey $p \leq 0.05$) istatistiki analizlerle değerlendirilmiştir.

Saksı denemesi için sadece fasulye tohumu (negatif kontrol), *T. harzianum* ile muamele edilmiş kontrol, *R. solani* ile muamele edilmiş kontrol ve *T. harzianum*+*R. solani* birlikte uygulanmış grup olmak üzere 4 gruba ayrıldı. Her grup için 10'ar adet saksı düzeneği hazırlandı. Önceden hazırlanan ve otoklavda steril edilen torf : toprak (1/3 oranında) karışımı kullanılarak her tohum bir saksıya ekildi. Tohumlar sağlıklı olarak çimlenip toprak üstüne çıktıktan sonra kontrol grubu hariç üç gruba da 7 günlük *T. harzianum* kültüründen 1 cm çaplı diskler kesilerek kök yakınına yerleştirildi. *R. solani* için ise tohuma sardırılmış kültür kullanıldı (Keen ve Raczkowski, 1922). *R. solani* kontrol ve *T. harzianum*+*R. solani* birlikteliği saksı gruplarına her kök için bir tohum olmak üzere, kök yakınına yerleştirildi. Negatif kontrol grubuna hiçbir mikroorganizma uygulanmadı

ancak tüm grupların üzerine toprak ilave edilerek uygulama tamamlandı. Saksıların tümü iklimlendirme dolabında (WGC-P4, DAIHAN) 35000 lüks ışık, 16 h aydınlık, 8 h karanlık, 25/20±2 °C (gündüz/gece) sıcaklık, % 50–60±5 nem içeriğinde büyütüldü. Saksılar iki gün arayla 20 ml steril musluk suyu ile sulandı.

Saksı deneyi beş hafta boyunca iklimlendirme dolabı koşullarında büyütüldü. Deney sonunda ana kök uzunluğu, saçak sayısı, gövde uzunluğu, gövde ve kök yaş ağırlığı ve ortalama yaprak yüzey alanı gibi parametreler ölçüldü ve alınan değerleri ANOVA (Duncan $p \leq 0.05$) istatistiksel analizi ile değerlendirildi.

BULGULAR

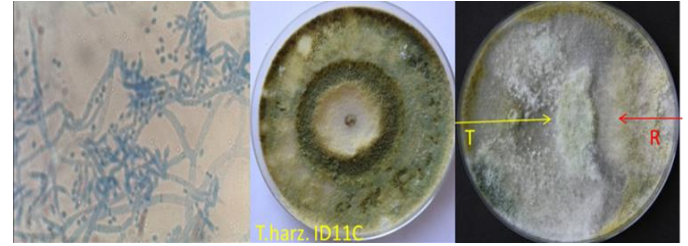
Çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Mikrobiyoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. İkizdere vadisi çay bahçesi topraklarından izole edilen, geleneksel ve moleküler olarak *T. harzianum* ID11C olarak tanımlanan suşun bitki gelişimini teşvik eden bazı özellikleri belirlenerek kısmen karakterize edilmiştir (Ülker ve Karaoğlu 2004; Bozdeveci ve Karaoğlu, 2014). İzolatların gelişebilme parametreleri incelendiğinde *T. harzianum* ID11C, PDA besiyerinde geniş üreme sıcaklık aralığına sahip olduğu (15-30 °C), sporlarının sıcaklığa toleranslı olduğu (45-70 °C aralığında 10 dakika), Captan (Phthalimide grubu), Dikozin (dithiocarbamate grubu) ve Cupranex (inorganik grubu) gibi fungusitlere karşı ticari kullanım dozlarının iki katı konsantrasyonunda (10 mg/ml) üreme ve spor üretim yeteneğini kaybetmediği yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (Bozdeveci ve Karaoğlu, 2014; Karaoğlu vd., 2018).

Trichoderma harzianum (Teleomorf; *T. lixi*) ID11C suşunun bitki patojeni fungus olan *Rhizoctonia solani* (AG4) suşuna karşı ikili kültür testinde güçlü antifungal etkinliğe (7. gün % 70 ve 15. gün % 75) sahip olduğu belirlendi (Şekil 1).

Trichoderma harzianum ID11C suşunun bir dizi metal tuzlarının farklı konsantrasyonlarında üreme ve spor oluşturma yeteneği araştırıldı (Tablo 1). Kurşunun varlığında test edilen 100-800 mM konsantrasyonlarında üreme yeteneğine sahip olduğu, ancak spor üretiminin engellendiği gözlemlendi. Bakırın 100 mM konsantrasyonlarından hiç etkilenmediği, 200-400 mM aralığında üreyebildiği ancak spor oluşturmadığı ve 800 mM'da ise üremediği belirlendi.

Çinko toleransının yüksek olduğu, konsantrasyona bağlı olarak üremenin kısmen etkilendiği, 800 mM'da spor üretiminin engellendiği ancak daha yüksek konsantrasyonlara dirençli olduğu gözlemlendi. Kadmiyumun ≥ 400 mM gibi yüksek konsantrasyonlarında üreme ve spor üretiminin etkilendiği, ancak konsantrasyon arttıkça besiyerinde berrak bir zon oluşumu ve artışı gözlemlendi.

Yüksek tuz konsantrasyonu varlığında *T. harzianum* ID11C'nin büyüme ve spor oluşturma özelliği araştırıldığında, 25, 50, 100, 200 mM tuzlulukta radyal hifa büyümesinin ve spor oluşturmalarının etkilenmediği, 300 mM da spor üretim potansiyelinin kısmen azaldığı ancak radyal büyümenin etkilenmediği belirlendi (Şekil 2).



Şekil 1. *T. harzianum* ID11C (Teleomorf; *T. lixi*) ID11C mikroskobik, makroskobik morfolojisi ve *R. solani* (AG4) suşu ile ikili kültür görünümü.

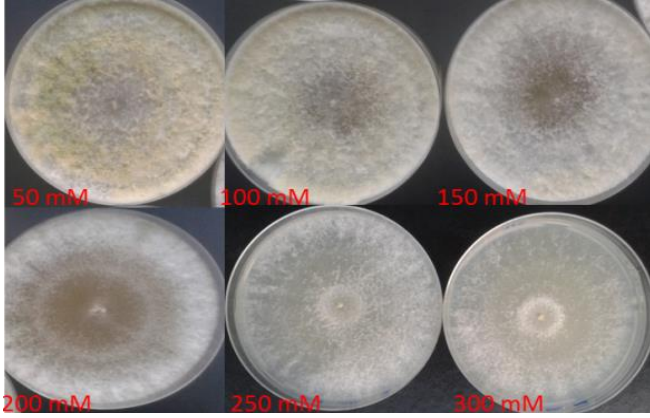
Trichoderma harzianum ID11C suşunun bitki gelişimini teşvik ettiği, patojen mikroorganizmaların üremesini ise inhibe ederek, bir kısım enzim aktivitelerinin varlığı kalitatif yöntemlerle belirlendi (Tablo 1). Kültür süresine bakılarak (5. ve 10. günler) yapılan gözlemlerde, ID11C'nin kitinaz, lipaz, proteaz ve ACC Deaminaz aktivitesine sahip olduğu (Tablo 1), fosfat çözünürlüğü ve/veya güçlü siderofor üretim yeteneğinin varlığı belirlendi.

Biyotik Strese Maruz Kalmış Fasulyenin Gelişimine *T. harzianum* ID11C'nin Etkisi: Çalışmada fasulye bitkisinin *T. harzianum* ID11C varlığında ve yokluğunda (kontrol) tohum çimlenme başarısı araştırıldı. Hem petri kabında hem de topraklı saksıda 30'ar adet birbirinin benzeri morfolojideki tohumda yapılan çalışma sonucu grupların tümünde çimlenmenin 4. ve 7. günlerdeki çimlenme başarısı % 80 olarak belirlendi (Şekil 3).

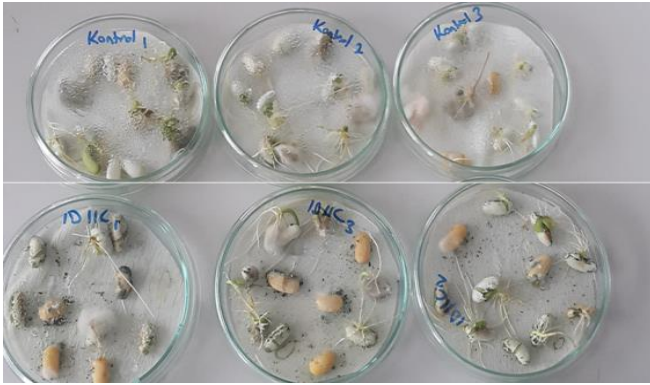
Tablo 1. *Trichoderma harzianum* ID11C Suşunun Bazı Ağır Metaller ve Tuza Karşı Toleransı.

Metal Toleransı Radyal (mm)					Tuz Toleransı(mm)			Bazı Enzim Aktiviteleri (mm)		
mM	Cu	Pb	Zn	Cd	mM	Radyal	Spor Üretimi	Enzimler	5.gün	10.gün
100	85*	85	85*	85*	25	85±2	+++	Kitinaz	82	85
200	85	85	75*	70/2**	50	85±2	+++	Lipaz	15	24
400	40	85	35*	30/2	100	85±2	+++	Proteaz	8	22
800	-	85	50	15/8	200	85±2	++	ACC Deaminaz	45	80
					250	85±2	++	Siderofor	36/-	57/13***
					300	85±2	+	Fosfat Çözünürlüğü	75	≥85

*: Spor Üretimi varlığı, **: Açık zon oluşumu, ***: Kültürün üremesi/enzim aktivitesi zonu.

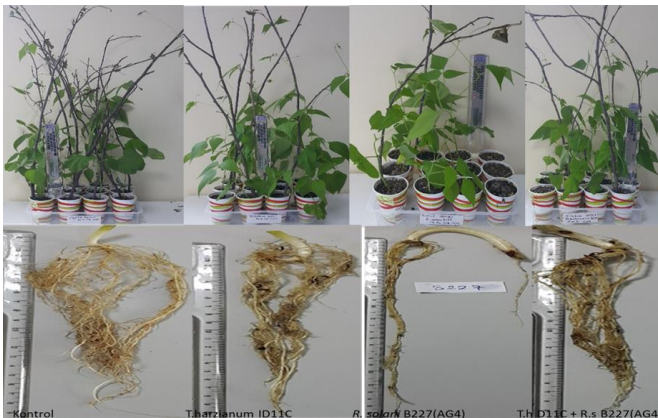


Şekil 2. *Trichoderma harzianum* ID11C Suşunun Tuz Tolerans Konsantrasyonu (50-300 mM).



Şekil 3. *T. harzianum* ID11C uygulanmış ve uygulanmamış fasulye tohumlarının çimlenme başarıları.

T. harzianum ID11C'nin fasulyede solgunluk ve/veya kök çürüklüğü etkeni olan *R. solani* B227(AG4) patojeninin varlığında ve yokluğunda gelişimine olan etkinliği laboratuvar ortamında saksı içinde araştırıldı (Şekil 4). Bu amaçla dört grup (kontrol, ID11C, B227 ve ID11C+B227 grupları) oluşturuldu. Çimlenmenin 4. gününde sağlıklı şekilde çimlenmiş tohumlar seçildi ve her grup için hazırlanmış olan saksılara birer adet olacak şekilde toplam 12 adet tohumdan oluşan birer saksı topluluğu oluşturuldu.



Şekil 4. Fasulye bitkisinin gövde ve kök gelişimi görüntüleri (45. Gün).

Kontrol ve *T. harzianum* ID11C gruplarında ekilen tohumların tümünün geliştiği, aralarında önemli bir görsel farklılığın oluşmadığı ancak, ID11C gruplarının fizyolojik olarak daha yeşil ve canlı olduğu gözlemlendi. *R. solani* B227 uygulanan grupta üç tohumun gelişmediği, fizyolojik olarak yaprak renklerinin daha açık olduğu, *T. harzianum* ID11C+*R. solani* B227 birlikteliğinde ise bir tohumun gelişmediği ve de yaprak renklerinin *R. solani* B227 grubuna göre daha koyu olduğu belirlendi. Deney sonucunda her grup ve tohum ayrı ayrı alınarak gövde boyu, yaprak sayısı, kök uzunluğu, saçaklanma sayısı, lezyon skalası, yaş/kuru ağırlıkları vb. bir dizi parametreler fiziksel olarak ölçüldü ve istatistiksel açıdan değerlendirildi. İstatistiksel analizde (ANOVA) ana kök uzunluğu ve gövde uzunluklarında kontrol grubu ile *R. solani* B227 grubu arasında $P < 0.05$ önem düzeyinde anlamlı fark olduğu belirlendi.

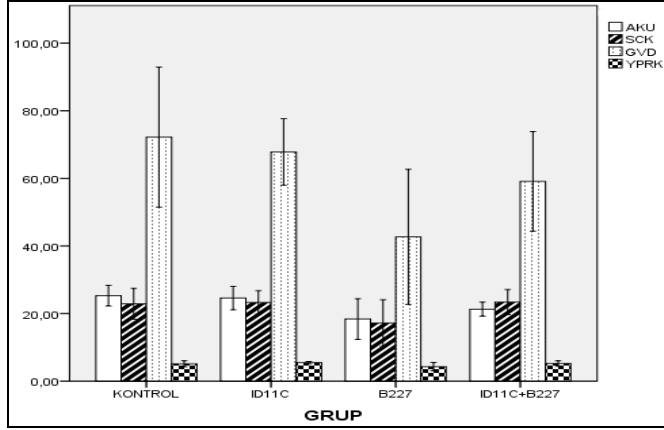
Ana kök uzunluğu (cm) bakımından kontrol ile B227 arasında anlamlı fark olduğu gözlemlendi ($p < 0.05$, Tukey). Gelişim parametreleri açısından en iyiden kötüye göre sıralandığında kontrol (25.3) > ID11C (24.6) > ID11C+B227 (21.3) > B227 (18.4) şeklinde sıralandığı belirlendi. Gövde uzunluğu (cm) kontrol ile B227 arasında anlamlı fark olduğu gözlemlendi ($p < 0.05$, Tukey). Sırasıyla; kontrol (72.2) > ID11C (67.8) > ID11C+B227 (59.1) > B227 (42.7) şeklinde bir sıralama gözlemlendi (Şekil 4 ve 5).

Saçaklanma sayısında (n) kontrol ve B227 arasında anlamlı fark olduğu gözlemlendi ($p < 0.05$, Tukey) ve saçaklanma sayısının sırasıyla ID11C+B227 (23.4) > ID11C (23.3) > kontrol (22.9) > B227 (17.2) şeklinde olduğu belirlendi. İstatistiksel açıdan B227 farklı grupta yer alırken, diğerleri bir grupta toplanmıştır, yani istatistiksel açıdan kontrol, ID11C ve B227 birlikteliğinde anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak, ID11C'nin *R. solani* B227 patojenik etkisini azalttığını göstermiştir.

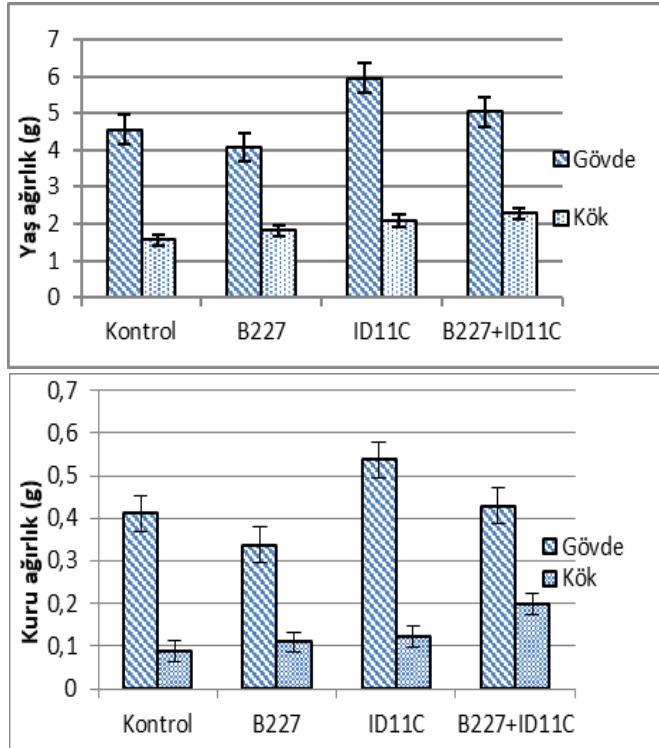
Fasulye bitkisinin büyüme parametrelerinden olan yaprak sayısı (n) incelendiğinde sırasıyla ID11C (5.5) > ID11C+B227 (5.25) > kontrol (5.15) > B227 (4.3) ve yaprak ortalama yüzey alanı (cm^2) incelendiğinde sırasıyla ID11C+B227 (25.86) > ID11C (25.6) > kontrol (24.87) > B227 (16.54) şeklinde bir sıralama gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar istatistiksel olarak güçlü anlamlı fark oluşturmasa da *T. harzianum* ID11C'nin yaprak sayısı ve yüzey alanına etkisinin var olduğu ve de kontrol ile *R. solani* B227 patojen gruplarına göre daha iyi oldukları gözlemlendi.

Fasulyelerin gövde/kök yaş ve kuru ağırlığı (g) parametreleri incelendiğinde istatistiksel açıdan önemli farklılığın olmamasına rağmen *T. harzianum* ID11C varlığında her iki parametrede de kontrol ve patojene kıyasla daha yüksek değerlerin var olduğu gözlemlendi. Gövde yaş ağırlık sıralaması; ID11C (5.95) > ID11C+B227 (5.03) > kontrol (4.55) > B227 (4.08) ve gövde kuru ağırlık (g) sıralaması ID11C (0.53) > ID11C+B227 (0.43) > kontrol (0.41) > B227 (0.34) şeklinde belirlendi. Kök yaş ağırlığı;

ID11C+B227 (2.28) > ID11C (2.09) > B227 (1.82) > kontrol (1.57) ve kök kuru ağırlığı; ID11C+B227 (0.2) > ID11C (0.12) > B227 (0.11) > kontrol (0.09) olarak ölçüldü (Şekil 6).



Şekil 5. Biyotik stres varlığında gelişen fasulye bitkisinin ana kök (AKU) ve gövde (GVD) uzunlukları (cm), saçaklanma (SCK) ve yaprak (YPRK) sayıları (n).



Şekil 6. *T. harzianum* ID11C ve *R. solani* B227 birlikteliğinde büyütülen fasulye bitkisinin gövde ve kök yaş/kuru ağırlığı.

Fasulyenin Kökte Lezyon Skalası (n) incelendiğinde *R. solani* B227 ile diğer tüm gruplar arasında anlamlı fark gözlemlendi ($p < 0.05$, Tukey). Lezyonların en fazla *R. solani* B227 varlığında olduğu, ID11C'nin güçlü bir şekilde engelleyici özelliğinin var olduğu belirlendi. Sıralamaya bakıldığında B227 (3.8) > ID11C+B227 (0.9) > kontrol (0) = ID11C (0) şeklinde olduğu tespit edildi.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Trichoderma cinsi fungusların, *R. solani* gibi bitki patojeni funguslara karşı güçlü biyolojik kontrol potansiyellerinin olduğu bilinmektedir. Ancak her bölgenin kendi bitki patojeni fungusların yine kendi florasına ait seçilen biyokontrol ajanla yapılmasının ekosistemin bütünlüğünün korunması açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışmamız, yerel kaynaklardan elde edilen *T. harzianum* ID11C suşunun fasulye bitkisinin kök çürüklüğü etkeni varlığında biyokontrol etkinliğinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Trichoderma izolatları, *R. Solani*'nin hifa, sklerot ve diğer yapılarını parazitleyebilir, metabolitleri patojene karşı rekabet edebilirliği indükler ve konakçı bitkiye direnç kazandırabilir. Fonksiyonel antagonistik aktivite, *Trichoderma* izolatları arasındaki yaygın ve spesifik olmayan çeşitliliği ortaya koymaktadır. *Trichoderma*, hem in vivo hem de in vitro olarak patojenlerin hedef bitki yüzeyine kolonizasyonunu ve de gelişmelerini azalttığı, bulunduğu ortamda daha fazla suda çözünür metabolitler üreterek *R. solani*'nin çoğalmasını ve büyümesini inhibe ettiği bildirilmektedir (Anees vd., 2011). *T. harzianum* ID11C suşunun *R. solani*'ye karşı ikili dual teste güçlü antifungal aktiviteye sahip olduğu gözlemlendi (Şekil 1). Mayo vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada 23 *Trichoderma* izolatının *R. solani*'nin in vitroda % 86-58 aralığında büyüme inhibisyonu oluşturduğu bildirilmiş olup sonuçlarımız ile (Şekil 1 ve 3) uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Trichoderma ve *R. solani* arasındaki etkileşim söz konusu olduğunda, mikoparazitizm ve antifungal bileşikler üreterek büyümesini baskılamaktadır. Antifungal bileşikler arasında antibiyotikler, mikotoksinler ve düşük ağırlıklı ikincil bileşikler yer alır (Schuster ve Schmolli, 2010). Ayrıca siderofor üretimi ve fosfat çözünürlüğünü artırarak bitki büyümesini, köklerin çoğalmasını vb. etkinlikleri sağlayarak bitkinin gelişimini artırırlar (De Franca vd., 2015). Ekosistemde önemli ayrıştırıcı olan bakteriler çeşitli enzimler salgılayarak organik ve bazı inorganik maddelerin parçalanmasına böylece biyo-döngüye katılmasına aracılık eder. *Trichoderma* türleri farklı hidrolitik enzimleri; endo- β -glukonaz, β -1-3 glukonaz, α ve β -galaktozidaz, ksilinaz, alkalın fosfataz, mannaz, lipaz ve proteaz üretimi (Aziz vd., 1993), bu enzimlerinde *Trichoderma*'nın fungal patojenleri liziz etmesinde yani mikoparazitizmde anahtar rol oynadığı bilinmektedir (Worasatit, 1994; Steyaert vd., 2003). Bitki gelişimini teşvik eden ve patojenleri inhibe etmede önemli rol oynayan bir dizi enzimi üretebilme kapasitesinin yüksek olması iyi bir biyoremidant ve mikopatojen suşu olma özelliğini göstermektedir.

T. harzianum ID11C suşunun ağır metal olan Cu, Pb, Zn ve Cd'un yüksek konsantrasyonlarında rahatlıkla üreyebildiği, spor üretimi açısından bakıldığında kurşun hariç diğerlerinin yüksek konsantrasyonlarında etkili olduğu ve de

Cd'ü varlığında açık zon oluşumu ile muhtemelen biyoremidasyon etkinliğinin varlığı tespit edilmiştir (Tablo 1). Tansengco vd. (2018) yaptıkları çalışmada maden alanından alınan örneklerden izole ettikleri *Trichoderma* (*T. gamsi*, *T. harzianum*, *T. virens* ve *T. saturnisporum*) türlerinde metal toleransı (Cr, Cu, Pb, Ni, Zn) test edilmiştir. İnkübasyonun 7. gününde Cu toleransı 200 ppm'de radyal büyüme tüm izolatlarda 45 mm, konsantrasyon (400, 600, 800 ve 1000 ppm) artışıyla birlikte radyal büyüme de azalma (25-5 mm aralığında) olduğu bildirilmiştir. Kurşun konsantrasyonunun artmasıyla birlikte radyal büyümede herhangi bir değişme olmadığı, 1000 ppm'e kadar toleranslı olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar ile *T. harzianum* ID11C'nin sonuçları arasında (100-800 mM aralığında 85 mm) benzerlik olduğu görülmektedir.

Tansengco vd. (2018) Zn toleransı (200-1000 ppm) çalışmasında radyal büyümede azalma meydana gelmesine rağmen kısmen toleranslı olduğu, *T. saturnisporum*'un ise 200 ppm Zn konsantrasyonunda radyal büyümesinin engellendiği bildirilmiştir. Çalışmamızda Zn konsantrasyonunun artması (100-800 mM) ile birlikte radyal büyümede kontrole kıyasla azalmanın olduğu görülmüştür.

Nongmaithem vd. (2016) yaptıkları çalışmada 14 *Trichoderma* izolatu iki ağır metale (nikel ve kadmiyum) toleransları açısından incelenmiş, dört izolatin Ni ve Cd karşı toleransı diğer izolatlara göre daha iyi olduğu bildirilmiştir. İzolatların 72 saatlik inkübasyon sonunda Cd konsantrasyonu artkça radyal büyümenin orantısal olarak azaldığı, 200 ppm'deki en yüksek zon çapı MT-4 ve UBT-18 izolatlarda sırasıyla 44.7 ve 40.6 mm olduğu bildirilmektedir. Çalışmamızda ise 100 - 200 mM Cd konsantrasyonunda *T. harzianum* ID11C'nin etkilenmediği (85 -75 mm) ancak daha yüksek (800 mM) konsantrasyonda ise büyümenin (15 mm) kısıtlandığı tespit edilmiştir. Kadmiyumun 100-200 mM konsantrasyonlarında besiyerinde renk değişiminin olduğu ve bunun muhtemelen biyoremidasyon ile ilişkili olduğu ancak bu konuda daha detaylı çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Toprakta tuzluluk oranının fazla olması biyokontrol izolatlarının potansiyelini etkileyen önemli abiyotik stres faktörüdür. Çalışmadaki sonuçlarımıza göre *T. harzianum* ID11C'nin test edilen tüm tuz konsantrasyonunda koloni gelişimi hızlı ve spor üretiminin iyi olduğu, ancak 300 mM NaCl içeren besiyeri ortamında, sporulasyonun biraz engellendiği görülmüştür (Tablo 1, Şekil 2). Bu sonuç biyokontrol ajanı olarak kullanılan diğer *Trichoderma* çalışmaları sonuçlarıyla uyumlu olduğu gözlenmiştir (Mohamed ve Haggag, 2006; Yiğit, 2011). *Trichoderma* spp. hemen hemen tüm topraklarda ve diğer çeşitli habitatlarda bulunabilmektedir. ID11C'nin tuz toleransının yüksek olması, iklim koşulları ve doğal olmayan (barajlar, aşırı sulama vb.) nedenlerle oluşabilen halofil topraklarda rahatlıkla uygulanabileceği düşünülmektedir.

Trichoderma harzianum ID11C'nin fasulye bitkisinin üretimi ve *R. solani* hastalıklarına karşı biyokontrol ajanı olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi için öncelikle tohum çimlenmesi üzerine etkinliği araştırıldı (Şekil 3). Çimlenmesine karşı olumsuz etkinliği olmadığı, kontrol ile benzer (%80) çimlenme oranına sahip olduğu belirlendi. Çimlenme başarısına olumsuz etkisinin olmadığı belirlendikten sonra fasulye gelişim parametreleri ve kök çürüklüğü hastalığının önlenmesindeki etkinliği araştırıldı (Şekil 3 ve 4).

T. harzianum ID11C'nin fasulye de solgunluk ve/veya kök çürüklüğü etkeni olan *R. solani* B227(AG4) patojeninin varlığında ve yokluğunda gelişimine olan etkinliği laboratuvar ortamında belirlendi. Test edilen gruplarda (kontrol, ID11C, B227 ve ID11C+B227) ölçülen gövde boyu, yaprak sayısı, kök uzunluğu, saçaklanma sayısı, lezyon skalası, yaş/kuru ağırlıkları parametreleri arasında farklılıkların olduğu belirlendi (Şekil 4 ve 5). Ana kök ve gövde uzunlukları bakımından değerlendirildiğinde B227 ile kontrol arasında anlamlı fark olduğu ($p < 0.05$, Tukey), kontrol grubundan sonra en iyi grubun ID11C grubu olduğu, *R. solani* grubunun, bu parametreleri ciddi ölçüde olumsuz ve *Trichoderma* varlığında ise gelişmeyi olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Şekil 4 ve 5). Saçaklanma sayısında kontrol ve B227 arasında anlamlı fark olduğu gözlendi ($p < 0.05$, Tukey), en fazla saçaklanmanın ID11C+B227 (23.4) en az saçaklanma B227 (17.2) gruplarında olduğu belirlenmiştir. Yaprak sayısı ve yüzey alanı açılarından bakıldığında istatistiksel açıdan anlamlı farklılığın olmamasına rağmen, en fazla yaprak sayısının ve yüzey alanı değerlerinin sırasıyla ID11C ve ID11C+B227 birlikteliğinde, en düşük değerlerin ise B227 grubunda olduğu gözlendi. Fasulyelerin gövde/kök yaş ve kuru ağırlığı (Şekil 6) parametrelerinde de benzer durum söz konusu olduğu gözlenmiş olup tüm bu sonuçlar, *T. harzianum* ID11C'nin güçlü bitki gelişimini teşvik eden ajan olduğunu ortaya koymaktadır. *R. solani* B227'nin fasulye köklerinde lezyon oluşturduğu, diğer tüm gruplar arasında anlamlı fark ($p < 0.05$, Tukey) gözlendiği ve ID11C'nin güçlü bir şekilde lezyon oluşumunu engellediği dolayısıyla fasulye bitkisinin kök çürüklüğü etkenine karşı önemli bir biyokontrol ajanı olduğu tespit edilmiştir.

Trichoderma uygulamalarının, hastalıkların baskılanmasındaki etkisi, tohumlarının çimlenme başarısı, bitki boyu ve kuru kök ağırlığı gibi bitki gelişim parametreleri üzerindeki etkileri ile iyi korele olduğunu gösterildi. Bu nedenle, farklı *Trichoderma* tedavilerinin fasulye büyümesini güvenilir bir şekilde etkilediği sonucuna varılabilir. Kök hastalıklarının baskılanmasında *Trichoderma* etkinliğinin yüksek olduğu belirlendi.

Biyolojik kontrol, *R. solani*'nin patates veya diğer konakçı mahsuller üzerinde etkili ve sürdürülebilir kontrolünü sağlayabilen alternatif bir stratejidir (Larkin ve Brewer, 2005). *Trichoderma* spp'nin artan bitki verimi ve biyokütle ile ilişkili olan bitki kök gelişimini desteklediği

gösterilmiştir (Harman vd., 2004). Bu desteğin fasulyede doğrudan etkileşimlerden, hormon regülasyonundan ya da besin alımından (Hermosa vd., 2012) veya muhtemelen bu iki etkinin bir kombinasyonundan ortaya çıkmış olabileceği bildirilmektedir. Kök sistemi yapısı, bitkiler ile birkaç biyotik ve abiyotik faktörler arasında önemli bir ara yüz görevi görür ve bitkilerin çevresel değişimleri algılayarak bunlara cevap oluşturma yoluyla aşmasını sağlar. Yanal köklerin yanı sıra özellikle primerlerin uzunluğu ve yoğunluğu kuraklık stres toleransında önemli bir rol oynar. Kuraklık stresine cevap olarak artan kök çapı ile birlikte yüksek kök uzunluğu yoğunluğunun geliştirilmesi, pirinçte kuraklığa tolerans kazandırdığı bildirilmektedir (Allah vd., 2010). Bitkilerde kök yapısının patojen enfeksiyonlarında önemli bir rol oynadığı, Higginbotham vd. (2004) yaptıkları bir çalışmada *Triticum aestivum*'daki *Pythium debaryanum* ve *Pythium ultimum* (kök çürüğünün etkeni) virülansının değerlendirilmesinde, kök uzunluğu yüksek olan bitkilerin mantar enfeksiyonu daha az olduğu bildirilmektedir. Buna karşılık, *Rhizoctonia solani*'nin (kök çürüklüğünün etkeni) *Solanum lycopersicum*'a enfeksiyonu, toplam kök uzunluğunda, kök uçlarının sayısında ve kök dallanmasının büyüklüğünde, derin toprak katmanlarından su arama işlemini ve dolayısıyla sürgün büyümesini tehlikeye düşüren azalmaya neden olduğu bildirilmektedir (Berta vd., 2005; Simonetta vd., 2007). Mayo vd. (2015) tarafından yapılan in vivo çalışmada, *Trichoderma harzianum* T019 ile işlenen fasulye bitkileri, kontrole göre her zaman artan bir boyuta sahip olduğu, bu izolat ve *R. solani*'nin birlikte uygulandığı bitkiler boylarında herhangi değişim olmadığı bildirilmiştir. Çalışmamızda *T. harzianum* ID11C ve *R. solani* AG4 birlikte uygulandığı saksılarda da kontrole göre bir değişiklik meydana gelmezken, *R. solani* AG4 tek başına uygulandığı saksılarda ise kontrole göre nekroz ve hastalık etkisi bakımından önemli bir fark meydana geldiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak ekonomik açıdan önemli birçok mahsulde ciddi ürün kayıplarına neden olan *R. solani*'nin yol açtığı kaybı, *T. harzianum* ID11C'nin bir dizi güçlü enzim aktiviteleri, yüksek metal ve tuzlu konsantrasyonuna tolerans özellikleri, alan rekabetçiliği ve mikoparazitik mekanizmaları aracılığı ile önemli ölçüde önleyebileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Biriminin FEN-BAP-2012.102.03.3 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Rhizoctonia solani B227(AG4) izolatı teminde destek veren Prof. Dr. Erkol Demirci'ye (Karadeniz Teknik Üniversitesi) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Agrawal, T. & Kotasthane, A.S. (2012).** Chitinolytic assay of indigenous *Trichoderma* isolates collected from different geographical locations of Chattisgarh in Central India. *Springer Plus*, *1*(1), 73.
- Allah, A.A., Shima, A., Zayed, B. & Gohary, A.E. (2010).** The role of root system traits in the drought tolerance of rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Agriculture and Biological Sciences*, *1*, 83-87.
- Alpay Karaoğlu, Ş. & Ülker, S. (2006).** Isolation, identification and seasonal distribution of soilborne fungi in tea growing areas of Iyidere-Ikizdere vicinity (Rize-Turkey), *Journal of Basic Microbiology*, *46*, 208-218.
- Alpay Karaoğlu, Ş., Bozdeveci A. & Pehlivan Gedik N. (2018).** Characterization of local *Trichoderma* spp. as potential biocontrol agents, screening of in-vitro antagonistic activities and fungisit tolerance, *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, *46*(2), 247-261.
- Anees, M., Tronsmo A., Edel-Hermann V., Hjeljord, L. G., Héraud, C. & Steinberg, C. (2011).** Characterization of field isolates of *Trichoderma* antagonistic against *Rhizoctonia solani*. *Fungal Biol*, *114*, 91-701.
- Aydoğan, M. N., Algur, Ö. M. & Özdemir, M. (2013).** Isolation and Characterisation of Some Bacteria and Microfungus Solving Tricalcium Phosphate. *ADYUTAM*, *1*, 11-20.
- Aziz, N. H., El-Fouly, M. Z., El-Essawy, A. A. & Khalaf, M. A. (1997).** Influence of bean seedling root exudates on the rhizosphere colonization by *Trichoderma lingorum* for the control of *Rhizoctonia solani*. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, *38*, 33-39.
- Beagle-Ristaino, J.E. & Papavizas, G.C. (1985).** Biological-control of *Rhizoctonia* stem canker and black scurf of potato. *Phytopathology*, *75*, 560-564.
- Berta, G., Sampo, S., Gamalero, E., Massa, N. & Lemanceau, P. (2005).** Suppression of *Rhizoctonia* root-rot of tomato by *Glomus mossae* BEG12 and *Pseudomonas fluorescens* A6RI is associated with their effect on the pathogen growth and on the root morphogenesis. *European Journal of Plant Pathology*, *111*(3), 270-288.
- Braam, F. & Klapwijk, A. (1981).** Effect of copper on nitrification in activated sludge. *Water Res.*, *5*, 1093-1101.
- Bozdeveci, A. (2014).** Toprak Kökenli *Trichoderma* spp. izolatlarının moleküler karakterizasyonu ve biyolojik mücadele etkinliklerinin belirlenmesi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Rize-Türkiye, 120s.

- Carlisle, G.E. & Falkinham, J.O. (1989).** Enzyme Activities and Antibiotic Susceptibility of Colonial Variants of *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis*. *Applied and Environmental Microbiology*, 3026-3028. Doi: 0099-2240/89/113026-03.
- Chernin, L. & Chet, I. (2002).** *Microbial enzymes in the biocontrol of plant pathogens and pests*. In: Dick RP, Burns RG (eds), *Enzyme in the Environment*, New York, USA, Marcel Dekker, 171-225.
- De França, S.K.S., Cardoso, A.F., Lustosa, D.C., Ramos, E.M.L.S. & De Filippi, M.C.C. (2015).** Biocontrol of sheath blight by *Trichoderma asperellum* in tropical lowland rice. *Agron Sustain Dev.*, 35, 317-324.
- Dworken, M. & Foster, J. (1958).** Experiments with some microorganisms which utilize ethane and hydrogen. *Journal of Bacteriology*, 75, 592-601.
- Glick, B.R. (1995).** The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 41, 109-117.
- Goettel, M.S. & Inglis, D.G. (1997).** *Fungi: Hyphomycetes*. In: Lacey, L.A. (ed.) *Manual of Techniques in Insect Pathology*. Academic Press, London, pp. 213-249.
- Güler, N.S., Pehlivan, N., Karaoglu, S.A., Guzel, S. & Bozdeveci, A. (2016).** *Trichoderma atroviride* ID20G inoculation ameliorates drought stress-induced damages by improving antioxidant defence in maize seedlings. *Acta Physiol Plant*, 38, 132.
- Haba, E., Bresko, O., Ferrer, C., Marqués, A., Busquets, M. & Manresa, A. (2000).** Isolation of Lipase-Secreting Bacteria by Deploying Selective Substrate, *Enzyme and Microbial Technology*, 26, 40-44.
- Hagedorn, D.J. (1991).** *Rhizoctonia* Root Rot. In *Compendium of Bean Diseases*; Hall, R., Ed.; APS, American Phytopathological Society: Saint Paul, MN, USA, p. 13.
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. & Lorito, M. (2004).** *Trichoderma* species - Opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43-56.
- Harman, G.E. (2006).** Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, 96, 190-194. doi: 10.1094/PHYTO-96-0190.
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I. & Monte, E. (2012).** Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158, 17-25.
- Higginbotham, R.W., Paulitz, T.C., Garland-Campbell, K.A. & Kidwell, K.K. (2004).** Evaluation of Adapted Wheat Cultivars for Tolerance to Pythium Root Rot. *Plant Disease*, 88(9), Doi: 10.1094/PDIS.2004.88.9.1027.
- Howell, C.R. (2003).** Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Dis.*, 87, 4-10. Doi: 10.1094/PDIS.2003.87.1.4.
- Keen, B.A. & Raczkowski, H. (1992).** Clay contents and certain physical properties of soil. *J. Agric. Sci.*, 11, 441-449.
- Korentajar, L. (1991).** A review of the agricultural use of sewage sludge. Benefits and potential hazards. *Water SA*. 17(3), 189-196.
- Larkin, R. & Brewer, M. (2005).** Effects of biological amendments on soil microbiology and soilborne potato diseases in different cropping systems. *Phytopathology*, 95(6), S56-S56.
- Lewis, J.A. & Papavizas, G.C. (1987).** Reduction of inoculum of *Rhizoctonia solani* in soil by germlings of *Trichoderma hamatum*. *Soil Biology and Biochemistry*, 19(2), 195-201.
- Li, N., Alfiky, A., Wang, W., Islam, M., Nourollahi, K., Liu, X. & Kang, S. (2018).** Volatile Compound-Mediated Recognition and Inhibition Between *Trichoderma* Biocontrol Agents and *Fusarium oxysporum*. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2614. Doi: 10.3389/fmicb.2018.02614
- Lucy, M., Reed, E. & Glick, B.R. (2004).** Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, 86, 1-25.
- Madoni, P., Davoli, D., Gorbi, G. & Vescoli, L. (1996).** Toxic effects of heavy metals on the activated sludge. Protozoan community. *Water Res.*, 30, 135-141.
- Mayo, S., Gutiérrez, S., Malmierca, M.G., Lorenzana, A., Campelo, M.P., Hermosa, R. & Casquero, P.A. (2015).** Influence of *Rhizoctonia solani* and *Trichoderma* spp. in growth of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and in the induction of plant defense-related genes. *Front Plant Sci.*, 6, 685. Doi: 10.3389/fpls.2015.00685.
- Mihuta-Grimm, L. & Rowe, R.C. (1986).** *Trichoderma* spp. as biocontrol agents of *Rhizoctonia* damping-off of radish in organic soil and comparison of four delivery systems. *Phytopathology*, 76(3), 306-311.
- Mohamed, H.A.L.A. & Haggag, W.M. (2006).** Biocontrol potential of salinity tolerant mutants of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium oxysporum*. *Brazilian Journal of Microbiology*, 37(2), 181-191.
- Muyolo, N.G., Lipps, P.E. & Schmitthenner, A.F. (1993).** Anastomosis grouping and variation in virulence among isolates of *Rhizoctonia solani* associated with dry bean and soybean in Ohio and Zaire. *Phytopathology*, 83, 438-444.
- Nongmaithem, N., Roy, A. & Bhattacharya, P.M. (2016).** Screening of *Trichoderma* isolates for their potential

- of biosorption of nickel and cadmium. *Brazilian Journal of Microbiology*, **47**(2), 305-313.
- Pandey, P., Irulappan, V., Bagavathiannan, M.V. & Senthil-Kumar, M. (2017).** Impact of combined abiotic and biotic stresses on plant growth and avenues for crop improvement by exploiting physiomorphological traits. *Frontiers in Plant Science*, **8**, 537.
- Papavizas, G.C., Lewis, J.A. & Abdelmoity, T.H. (1982).** Evaluation of new biotypes of *Trichoderma harzianum* for tolerance to benomyl and enhanced biocontrol capabilities. *Phytopathology*, **72**(1), 126-132. Doi: 10.1094/Phyto-72-126.
- Pérez-Miranda, S., Cabirol, N., George-Téllez, R., Zamudio-Rivera, L.S. & Fernández, F.J. (2007).** O-CAS, a fast and universal method for siderophore detection. *J Microbiol Methods*. **70**(1), 127-31.
- Royse, D.J. & Ries, S.M. (1978).** The influence of fungi isolated from peach twigs on the pathogenicity of *Cytospora cincta*. *Phytopathology*, **68**, 603-607.
- Sawant, I. (2014).** *Trichoderma* foliar pathogen interactions. *Open Mycol. J.*, **8**(Suppl. 1), 58-70. Doi: 10.2174/1874437001408010058.
- Schmidt, J.P. (1997).** Understanding phytotoxicity threshold for trace elements in land applied sewage sludge. *J. Environmental Qual.*, **26**, 4-10.
- Schuster, A. & Schmoll, M. (2010).** Biology and biotechnology of *Trichoderma*. *Appl Microbiol Biotechnol*, **87**, 787-799.
- Schwyn, B. & Neilands, J.B. (1987).** Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. *Analytical Biochemistry*, **160**, 47-56.
- Shoresh, M., Harman, G.E. & Mastouri, F. (2010).** Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annu. Rev. Phytopathol.*, **48**, 21-43. Doi: 10.1146/annurev-phyto-073009-114450.
- Simonetta, S., Avidano, L. & Berta, G. (2007).** Morphogenetic effects induced by pathogenic and non pathogenic *Rhizoctonia solani* Kühn strains on tomato roots. *Caryologia*, **60**(1-2), 141-145. Doi: 10.1080/00087114.2007.10589563.
- Sneh, B. & Ichievlevich-Auster, M. (1998).** Induced Resistance of Cucumber Seedlings Caused by Some Non-pathogenic *Rhizoctonia* (np-R) Isolates. *Phytoparasitica*, **26**(1), 27-38.
- Steyaert, J.M., Ridgway, H.J., Elad, Y. & Stewart, A. (2003).** Genetic basis of mycoparasitism: a mechanism of biological control by species of *Trichoderma*. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, **31**(4), 281-291.
- Tansengco, M., Tejano, J., Coronado, F., Gacho, C. & Barcelo, J. (2018).** Heavy metal tolerance and removal capacity of *Trichoderma* species isolated from mine tailings in Itogon, Benguet. *Environment and Natural Resources Journal*, **16**(1), 39-57.
- Verma, M., Brar, S.K., Tyagi, R.D., Surampalli, R.Y. & Valero, J.R. (2007).** Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp. Panoply of biological control. *Biochemical Engineering Journal*, **37**(1), 1-20.
- Woo, S. L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N., Pascale, A., Lanzuise, S., Manganiello, G. & Lorito, M. (2014).** *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *Open Mycol. J.*, **8**, 71-126. Doi: 10.2174/1874437001408010071.
- Worasatit, N., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L. & Rowland, C. (1994).** Variation in Pyrone Production, Lytic Enzymes and Control of Rhizoctonia Root-Rot of Wheat among Single-Spore Isolates of *Trichoderma koningii*. *Mycological Research*, **98**, 1357-1363.
- Yiğit, F. (2011).** *Trichoderma harzianum* T22 Irkının Farklı pH ve Tuz Konsantrasyonlarına Adaptasyonu ve Domateste *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*'in Biyolojik Kontrolünde Kullanılması. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, **25**(4), 6-10. ISSN:1309-0550.

***Corresponding author's:**

Prof. Dr. Şengül ALPAY KARAOĞLU
Recep Tayyip Erdogan University, Department of Biology,
Faculty of Arts & Sciences, TURKEY

✉E-mail: sengulalpay@yahoo.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-1047-8350>

GSM : +90 (530) 690 94 67

Hazardous Waste Management in Turkey

Nesli AYDIN

*Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Karabük, Turkey.
ID: <https://orcid.org/0000-0002-7561-4280>

Received date: 26.04.2019

Accepted date: 08.10.2019

How to cite: Aydın, N. (2019). Hazardous Waste Management in Turkey. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 312-318.
Atf yapmak için: Aydın, N. (2019). Türkiye’de Tehlikeli Atık Yönetimi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 312-318.

Abstract: An increase in population, energy demand, industrial activities and other technological developments inevitably cause large amount of waste to be produced. It is a known fact that traditional methods for the collection, transportation and disposal of wastes are not capable anymore to prevent health problems and economic losses. Any deficiency in the management of hazardous wastes, which constitute a significant part of solid wastes, has a range of negative effects for environmental health and safety. The aim of this study is to assess the situation of hazardous solid-waste management in Turkey. This was achieved by reviewing the rates of waste generation across the country. Current requirements and challenges in hazardous waste management are also discussed, and suggestions for solving problems are presented.

The study results that the Kocaeli and Izmir, as the two cities with the larger population and industrial activities of Turkey, produces the largest amount of hazardous waste in Turkey. On the other side, Istanbul, which is the mostly populated city with advanced health service, is by far the largest medical waste producer across the country. This is followed by Ankara, the capital city of Turkey and then Izmir. Although hazardous waste management in Turkey has improved because of a strong governance and institutional involvement in recent years, efforts directed by scientific research are still required to enable robust waste management. These efforts will greatly aid decision makers such as municipal authorities.

Keywords: Environmental health, hazardous waste, waste generation, waste management, safety.

Türkiye’de Tehlikeli Atık Yönetimi

Öz: Nüfus, enerji talebi, endüstriyel faaliyetler ve diğer teknolojik gelişmelerdeki artış kaçınılmaz olarak daha fazla miktarda atık üretilmesine neden olmaktadır. Atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı için geleneksel yöntemlerin artık sağlık sorunlarını ve ekonomik kayıpları önleyemediği bilinmektedir. Katı atıkların önemli bir bölümünü oluşturan tehlikeli atıkların yönetimindeki herhangi bir eksikliğin çevre sağlığı ve güvenliği için çeşitli olumsuz etkileri vardır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’deki tehlikeli atık yönetiminin mevcut durumunu değerlendirmektir. Bu değerlendirme, ülke genelinde atık üretim oranlarının belirlenmesini gerektirmektedir. Bu çalışma ile Türkiye’nin tehlikeli atık yönetim sistemi ile ilgili mevcut gereksinimlerin ve zorlukların neler olduğu tartışılmış ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Bu çalışmanın sonucunda, Türkiye’nin artan nüfus ve endüstriyel faaliyetlerine sahip iki şehir olan Kocaeli ve İzmir’in, en fazla tehlikeli atık ürettiği sonucuna varılmıştır. Öte yandan, ülkenin en ileri sağlık hizmeti veren en kalabalık şehri İstanbul, Türkiye’nin en büyük tıbbi atık üreticisidir. İstanbul’u, Türkiye’nin başkenti Ankara ve İzmir izlemektedir. Türkiye’deki tehlikeli atık yönetimi, son yıllarda güçlü bir yönetim ve kurumsal katılım nedeniyle iyileşmiş olsa da, güçlü atık yönetimini mümkün kılmak için bilimsel araştırmalara yönelik çabalar halen gereklidir. Bu sebeple bu alanda üretilen bu ve benzeri çalışmalar, belediye yetkilileri gibi karar vericilere büyük ölçüde yardımcı olacaktır.

Anahtar sözcükler: Atık yönetimi, atık üretimi, çevre sağlığı, güvenlik, tehlikeli atık.

INTRODUCTION

Traditional methods for collection, transport and disposal of wastes create health problems and economic losses (Seadon, 2010). Potential problems that could arise when handling hazardous wastes are even more serious as they inherit hazardous characteristics, such as carcinogen, flammable, explosive, abrasive, mutagenic, oxidising, toxic, etc. (Couto et al., 2013). Health effects of hazardous waste exposure were highlighted by many researchers. Sufficient evidence was found of association between exposure to oil industry waste that releases high concentrations of hydrogen sulphide and acute symptoms by Fazzo et al. (2016). It was also found out that heavy metal exposure causes lower neurodevelopmental scores in children by Sarigiannis (2017). Therefore, there is an urgent need for the appropriate management systems to be established by taking into account the characteristics of hazardous waste. When establishing a robust hazardous waste management plan, it is essential to provide a safe, efficient and economical collection, transportation, processing and a waste disposal service (Misra & Pandey, 2005).

Before 2000s most of the urban areas disposed of their collected waste into the land and river or directly into the sea. Hazardous waste also got mixed with municipal solid waste. Hazardous waste management systems have recently been established in developing countries. In 2005, approximately 12 million tonnes of industrial waste, specifically hazardous waste, was produced in China and 177 official hazardous waste treatment and disposal centres were established (Duan et al., 2008). In Turkey, efforts to create hazardous waste management systems have accelerated, with the adaptation process to European Union environmental legislation. For instance, the recent focus of researchers has become the analysis of the time process of hazardous waste management in Turkey (Akkoyunlu et al., 2017; Yilmaz et al., 2017; Oncel et al., 2017). However, a lack of financing and the mismanagement of financial resources still remain the main challenges to the waste disposal problem in economically developing countries.

Therefore, this study aims; to reveal the current status of the hazardous waste management system in Turkey, to make a comparison of different hazardous waste management practices across various regions in Turkey and to provide a structural analysis regarding the gaps and weaknesses involved in this system. These were achieved by reviewing the currently applied implementation methods and the quantity of hazardous waste produced in Turkey.

METHODOLOGY

The methodology of this study is based on the literature review regarding the generation and management of hazardous wastes in Turkey. Related data and information were gathered mainly from the sources such as Waste Sector

Assessment Report: Turkey's National Action Plan on Climate Change Project (Ministry of Environment and Urbanisation [MoE], 2010), Hazardous Waste Statistics: 3rd Volume of Hazardous Waste (MoE, 2013), Environmental Status Report for İstanbul (MoE, 2015) and National Waste Management and Action Plan 2016-2023 (MoE, 2016)

RESULTS

Hazardous Waste Generation in Turkey: Many industrial processes have the potential to produce hazardous waste. Figure 1 presents the distribution of hazardous waste production from different sectors in Turkey. As it is seen from Figure 1, metal industry has by far the largest share in this production.

According to the data from the hazardous waste declaration system, total amount of hazardous waste was almost 0.7 and 1.4 million tonnes in 2010 and 2014 subsequently (MoE, 2016). This also shows consistency with the data provided by the Life Hawaman Project-Improvement of Industrial Hazardous Waste Management in Turkey included in the study conducted by Yilmaz et al. (2012). This increasing trend of Turkish hazardous waste production is generally estimated to be based on a rising population and accelerating industrial facilities of the country, especially in the western regions.

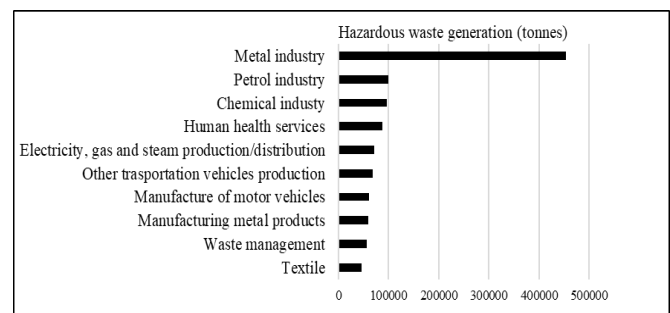


Figure 1. Hazardous waste production based on sectoral activities (MoE, 2016).

Figure 2 gives details for some cities which produce more than 10 thousand tonnes of hazardous waste. As it is seen from Figure 2, Kocaeli and Izmir, as the two cities with the larger population and industrial activities of Turkey, produced 209 and 176 thousand tonnes of hazardous waste in 2013 subsequently. İstanbul, the most populated city in Turkey, was the third largest hazardous waste producer with almost 85 thousand tonnes of hazardous waste. It was followed by Hatay, which is one of the biggest commercial centres of the south eastern Turkey.

Figure 3 presents the provinces with hazardous waste generation ranging between 1 and 10 thousand tonnes. It is shown in Figure 3 that one of the largest producers in this group is Zonguldak which has commercial mining

activities. Zonguldak has also five mines, which have been operating for almost 31 years (Turkish Coal Institute, 2014). There is also a specific hospital, called Uzunmehmet Occupational Disease Hospital, which produces hazardous medical wastes, to conduct regular health checks of mine workers who have been exposed to hazardous emissions over years.

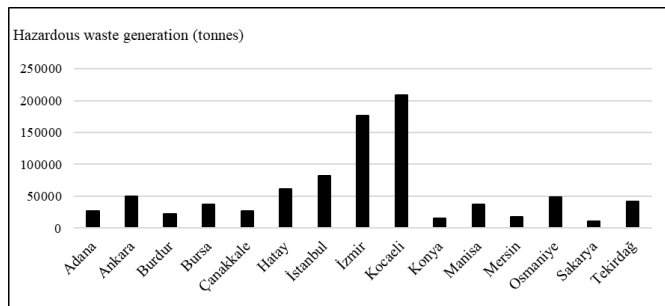


Figure 2. Hazardous waste generation (more than 10 000 tonnes) (MoE, 2013).

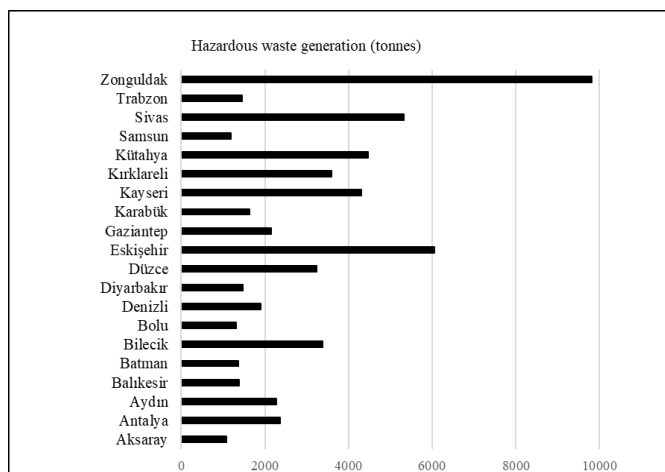


Figure 3. Hazardous waste generation (1 000 - 10 000 tonnes) (MoE, 2013).

Figure 4 presents the provinces which produce hazardous waste less than a thousand tonnes. These cities in Figure 4 are generally located in central Turkey. There is a limited size of industrial activities in these cities, but the main livelihood is livestock and agriculture.

There are also some provinces which produce relatively small amount of hazardous waste, even less than a thousand tonnes annually, such as Agri, Bayburt, Bitlis, Iğdır, Kilis, Mus, Ardahan, Bingöl, Hakkari, Karaman and Tunceli. Some of these cities are very close to Syrian border and some are located around the Eastern Anatolian steep mountains.

According to the study carried out by Akkoyunlu et al. (2017), Aegean, Central Anatolia and Marmara regions have higher hazardous waste generation rates than the other regions such as Mediterranean and Black Sea regions along with that the Eastern and Southeast Anatolia have the lowest production rates as resulted in this study.

One of the factors which affects the amount of hazardous waste is “mixing”. When the content of hazardous waste is examined, it is seen that large part of hazardous waste is medical waste which is generated from hospitals, veterinary clinics, pharmacies or health institutions (Ciplak & Barton, 2012). Furthermore, hospital waste consists of 80% domestic waste, 15% pathological and infectious waste, 3% chemical and pharmaceutical waste and 1% radioactive waste (Ozder et al., 2013). When municipal waste, such as some household products, is mixed with hazardous items, the whole waste stream becomes hazardous as it contacts with infectious, flammable, explosive etc. type of wastes (Ciplak, 2015).

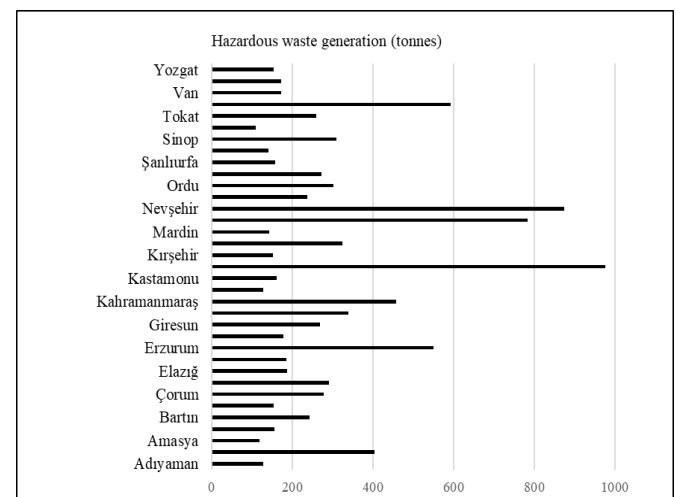


Figure 4. Hazardous waste generation (less than 1 000 tonnes) (MoE, 2013).

Figure 5 shows the distribution of medical waste production, by focusing on ten provinces with the highest generation rates. It is seen from Figure 5 that İstanbul, which is the mostly populated city with advanced health service is by far the largest medical waste producer in Turkey. It is followed by Ankara and İzmir. However, the total amount of medical waste produced in İzmir and Ankara is still smaller than the medical waste produced from only İstanbul.

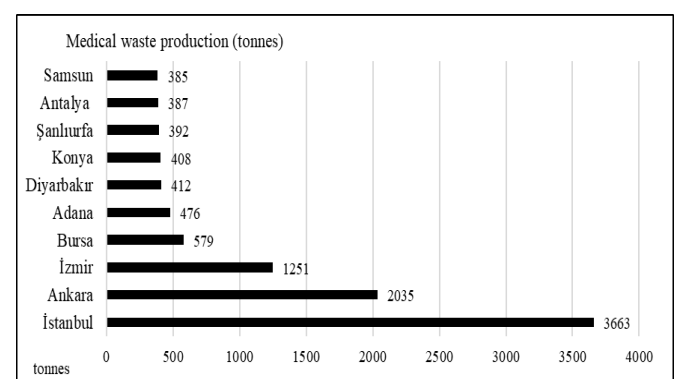


Figure 5. Medical waste production of the 10 cities (The first 6 months of 2015) (MoE, 2015).

When the total medical waste production of the ten cities, as named in Figure 5, is compared with the medical waste generation from the rest of Turkey, it is seen from Figure 6 that the generation from the ten cities corresponds more than a half (approximately 66.7%) of the Turkish medical waste production. It is also known from the study conducted by Korkut (2018) that almost 30% of Turkey's total collected medical wastes were generated in healthcare facilities of Istanbul.

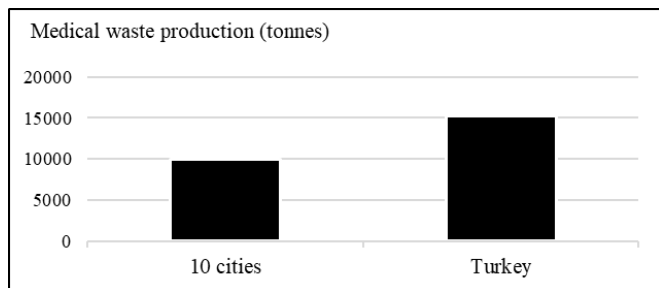


Figure 6. Comparison of medical waste production (The first 6 months of 2015) (MoE, 2015).

As there are different production rates of medical waste across the regions in Turkey, it is also possible to come across with a diverse range of generation rates across countries. Table 1 presents medical waste generation rates in different countries. It is seen from Table 1 that medical waste production could range between 1.71 – 8.4 kg/bed/day. This generation tends to be smaller in developing countries due to lack of doctors and/or a deficiency in hospital bed investments (Kucuk, 2013; Aydemir, 2017).

Table 1. Medical waste production

Country	Kg/bed/day	Reference
Dhaka, Bangladesh	1.71	Patwary et al. (2009)
Iran	2.439	Taghipour & Mosaferi (2009)
Portugal	3.9	Alvim-Ferraz & Afonso (2003)
Greece	8.4	Tsakona et al. (2007)

More specifically medical waste generation rate was reported as 1.85-2.171 kg/bed/day in Istanbul (Alagoz & Kocasoy, 2008) and 0.99 kg/bed/day in the provinces of Karabuk, Zonguldak and Bartin (Ciplak & Kaskun, 2015) and 0.83 kg/bed/day in Gaziantep (Aydoğan et al., 2010), which sits in the south east of Turkey. It is considered that the level of development has an effect on the production of medical waste. This gives an indication that there is a cause and effect relation between the medical waste production and the level of development between the regions and also the countries.

Hazardous Waste Management in Turkey: Figure 7 shows the distribution of hazardous waste treatment and disposal methods applied in Turkey. It presents that almost 57% of hazardous waste is recycled, whereas 40 % of them is sent to landfills. Some recycling activities of hazardous waste are carried in place.

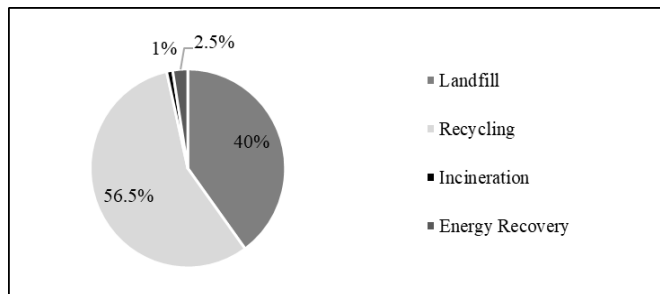


Figure 7. Distribution of hazardous waste disposal methods in Turkey (MoE, 2010)

Up to 2013 there was an only facility in Turkey for the treatment of hazardous wastes, called Izmit Waste and Residue Treatment, Incineration and Recycling Incorporate (Izaydas). In 2013, Petkim (Petro-chemistry Company) was built to incinerate petrochemical hazardous wastes (Salihoglu, 2010). The Izaydas, as the oldest and the largest plant in Turkey, has a capacity of 35 000 tonnes per annum (5 400 kg/hour) and it treats medical and hazardous wastes by incinerating them with energy generation. The facility also includes a landfill, a medical waste sterilisation facility and a biogas plant.

As hazardous waste generation in Turkey is far beyond the current capacity, it is urgently required to invest new treatment plants and to motivate waste segregation to reduce mixing. There are various problems related to mixing hazardous waste with municipal waste in place. The purpose of doing so is to eliminate hazardous wastes because of the lack of adequate hazardous waste processing and disposal facilities in place (Alagoz & Kocasoy, 2007; Birpınar et al., 2009; Yigit et al., 2013). Even though hazardous wastes must be stored and disposed of separately from non-hazardous wastes (Tinmaz & Demir, 2006), they could get mixed with municipal waste in Turkey (Alagoz & Kocasoy, 2008).

When the distribution of hazardous waste treatment facilities across Turkey is concerned, it is seen that treatment facilities are heavily concentrated on the western part of the country, especially around Kocaeli and Izmir where the hazardous waste production is high (as mentioned previously). The facilities located in the Marmara Region and Aegean Region and in the Central Anatolia (including the capital, Ankara) are generally refuse-derived fuel plants, whereas there are some cement plants to incinerate hazardous wastes in eastern provinces.

So far, it has been planned to establish 4 hazardous waste transfer facilities; one in the Marmara Region, one in the Central Anatolia (including Ankara); one in the Aegean Region (including İzmir) and one in the Mediterranean Region (including Adana and Mersin) to meet the 2023 targets set by the Department of Auditors (Taser & Erdogan, 2009). Meeting these targets has a vital importance for Turkey as the disposal of excessive amount of hazardous wastes to unsanitary landfills or dumping areas causes fatal effects on human and environmental health (Malakahmad et al., 2017; Yidong et al., 2012).

When medical waste generation is concerned, it is found that 75 thousand tonnes of medical waste was collected and 68% of them was landfilled after pre-treatment, 22% of them was buried inappropriately and the rest, 10%, was incinerated in Turkey in 2014 (Aydemir, 2017). In addition to Izaydas, there is also another plant to treat Turkish medical

waste in Istanbul with 24 ton/day capacity, operated by the Istanbul Metropolitan Municipality. In Turkey, alternative technologies (mainly autoclaves and hydroclaves), incinerators and disposal facilities are run by municipalities. Municipalities could work with affiliated private sector in large cities where population is dense and waste production is relatively high. These facilities are lacking in small cities. In some cases, medical waste treatment facilities located at a particular city also accept medical wastes from the surrounding provinces. For instance; the autoclave facility, located in Zonguldak in Western Black Sea Region and operated by Ilke Medical Waste Management Company, also accepts the medical wastes from Karabuk and Bartın (Ciplak & Kaskun, 2015), the autoclave in Gaziantep, which has 21 600 kg per day capacity, not only treats medical wastes from Gaziantep, but also from Hatay, Osmaniye, Adiyaman, Kilis and Sanliurfa (Aydogan et al., 2010).

CONCUSSION and DISCUSSION

The main objectives of waste management, hazardous waste management is no exception, are to protect human health and the environment. It is necessary to include political, economic, legal and engineering aspects during the planning and operation of a waste management programme.

In the last decade, hazardous waste management in Turkey has improved. The number and the variety of treatment facilities have increased. However, there are still problems with hazardous waste management. Landfilling, the last choice in the hierarchy of waste management still remains one of the main methods adopted for hazardous waste management.

Having a developing economy and a shortage of engineering capacity for new technologies, Turkey still has a number of problems in environmental protection and hazardous waste management. These problems are similar to other developing countries (Ikhlayel, 2018a; Han et al., 2018; Ikhlayel, 2018b; Garlapati, 2016; Fagnani, 2017; Thi et al., 2015). Some of the most important problems, and suggestions for their solution, are as below:

1. Increasing in population and socio-economic development in Turkey has led to a significant increase in the amount of hazardous and medical waste. Increasing industrial activities in Istanbul and Kocaeli region causes much more hazardous waste production than other regions of the country. The capacity of Izaydas and other municipal facilities established for the processing of hazardous wastes are limited. Open dumping or burning of hazardous waste creates significant human health and environmental problems. It is necessary for the municipalities to make investments for processing and disposal of hazardous wastes.

2. The processing and disposal of hazardous wastes is a more costly process than that of the other solid wastes. For this reason, the separate collection and processing of hazardous wastes from municipal wastes has a great importance. Within the medical waste management system, waste is collected in different bags at the source. However,

due to wrong placing of the waste in a wrong bin, it is seen that the medical and municipal wastes are mixed together. In this regard, relevant personnel must be trained for the process of waste production, storage and transport to treatment.

3. While the intensified industrial activities cause an increase in the generation of hazardous waste, they could create employment and result in an increase in the population by migration. For example, Istanbul is a city with a population of around 15 million people. Once it is considered that Turkey has an almost 90 million population, 16% of the population lives in Istanbul. This results in an acceleration of development of the metropolis and attracting migrants seeking employment and education. It is known that the number and capacity of hazardous waste treatment facilities need to be increased in other regions where the hazardous waste production is also high. This could help the balance of a migration pattern and the distribution of employment set much equally across the regions in Turkey.

4. It is known that there are a good number of regulations in the developing countries. They are usually adopted from developed countries or from the guidelines of international organisations. This means that they contain almost all the details and characteristics of developed countries but far from local facts and challenges in place. However, implementation of any legislation in practical terms is more significant than the existence of these regulations.

5. There are some efforts to stop mixing municipal waste with medical waste in Istanbul, such as labelling. When municipal waste, such as some household products, is mixed with hazardous items, the whole waste stream becomes hazardous. It is, therefore, necessary to record the correct amount of production at source. Enforcement of sanctions should be applied to prevent the removal of unregistered waste from its source.

6. It is evident that it takes longer to implement any waste management plan in developing regions, so local economy should be revised periodically. For example, only the planning of a sanitary landfill in the province of Karabuk took more than five years to finalise.

7. While the number of scientific studies regarding municipal waste management has been increasing in Turkey, the engineering capacity for different sort of solid wastes, such as hazardous wastes and medical wastes is still low across Turkey. Funds should be supplied for research to determine the effectiveness of integrated systems to increase the technological capacity for a better environmental protection. Carrying out a pilot study does not make sure any success, but it does increase its likelihood. Similarly, universities generally study basic research subjects by focusing only on one type of waste, usually municipal waste, but collaborative studies including integrated waste management approach are very rare.

In conclusion, there is a great need to reduce the amount of hazardous waste in Turkey. In all large provinces in developing nations, this could be achieved through changing technology and reuse of hazardous wastes in industry via different ways, such as solvent reclamation, reproduction of acids and bases, reusing as oils in chemical industry. Developing strategies to increase recycling is not yet a primary concern. It is suggested that once the capacity for hazardous waste management should be specified and then a hazardous waste management system should be designed accordingly.

REFERENCES

- Akkoyunlu, A., Avsar, Y. & Erguven, G.O. (2017).** "Hazardous Waste Management in Turkey". *Journal of Hazardous Toxic and Radioactive Waste* 21(4), 1-7. Doi: 10.1061/(ASCE)HZ.2153-5515.0000373
- Alagoz, B.A.Z. & Kocasoy, G. (2007).** Treatment and disposal alternatives for health-care waste in developing countries - a case study in Istanbul, Turkey. *Waste Management & Research* 25(1), 83-89.
- Alagoz, A.Z. & Kocasoy, G. (2008).** Determination of the best appropriate management methods for the health-care wastes in Istanbul. *Waste Management* 28(7), 1227-1235.
- Alvim-Ferraz, M. & Afonso, S. (2003).** Incineration of different types of medical wastes: Emission factors for particulate matter and heavy metals. *Environ. Sci. Technol.*, 37, 3152-3157.
- Aydemir, I. (2017).** Türkiye'de Çevre Bilinci Kapsamında Tibbi Atık Üretim Sureçleri ve Yönetimi. *Bingöl University Social Sciences Institute Journal*, 7(13), 295-311.
- Aydogan, O., Varank, G. & Bilgili, M.S. (2010).** Medical waste management in Gaziantep. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 3,132-140.
- Birpınar, M.E., Bilgili, M.S. & Erdogan, T. (2009).** Medical waste management in Turkey: A case study of Istanbul. *Waste Management*, 29(1): 445-448.
- Ciplak, N. & Barton, J. R. (2012).** A System Dynamics Approach for Healthcare Waste Management: A Case Study in Istanbul Metropolitan City, Turkey. *International Solid Waste Association; Waste Management & Research*, 30(6), 576-586.
- Ciplak, N. (2015).** Assessing future scenarios for healthcare waste management using a multi-criteria decision analysis tool: A case study in the Turkish West Black-Sea Region. *The Journal of Air and Waste Management Association*, 65(8), 919-929.
- Ciplak, N. & Kaskun, S. (2015).** Healthcare waste management practice in the West Black Sea Region, Turkey: A comparative analysis with the developed and developing countries. *Journal of Air and Waste Management Association*, 65(12), 1387-9.
- Couto, N., Silva, V., Monteiro, E. & Rouboa, A. (2013).** Hazardous Waste Management in Portugal: An Overview. *Energy Procedia*, 36, 607-611.
- Duan, H., Huang, Q., Wang, Q., Zhou, B. & Li, J. (2008).** Hazardous waste generation and management in China A review. *Journal of Hazardous Materials*, 158, 221-227. Doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.01.106.
- Fagnani, E. & Guimaraes, J.R. (2017).** Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. *Journal of Cleaner Production*, 147, 108-118.
- Fazzo, L., Minichilli, F., Santoro, M., Ceccarini, A., Della Seta, M., Bianchi, F., Comba, P. & Martuzzi, M. (2016).** Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. *Environmental Health*, 16(1), 107. Doi: 10.1186/s12940-017-0311-8.
- Garlapati, V.K. (2016).** E-waste in India and developed countries: Management, recycling, business and biotechnological initiatives, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 874-881.
- Han, Z., Liu, Y., Zhong, M., Shi, G., Li, Q., Zeng, D., Zhang, Y., Fei, Y. & Xie, Y. (2018).** Influencing factors of domestic waste characteristics in rural areas of developing countries. *Waste Management*, 72, 45-54.
- Ikhlayel, M. (2018a).** An integrated approach to establish e-waste management systems for developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 170, 119-130.
- Ikhlayel, M. (2018b).** Development of management systems for sustainable municipal solid waste in developing countries: a systematic life cycle thinking approach. *Journal of Cleaner Production*, 180, 571-586.
- Korkut, E.N. (2018).** Estimations and analysis of medical waste amounts in the city of Istanbul and proposing a new approach for the estimation of future medical waste amounts. *Waste Management*, 81, 168-176.
- Kucuk, A. (2013).** Tibbi Atık Yönetiminin Ekonomisi. *Journal of Turkish Department of Auditors*, 90, 73-95.
- Malakahmad, A., Abualqumboz, M., Kutty, S.R.M. & Abunama, T.J. (2017).** Assessment of carbon footprint emissions and environmental concerns of solid waste treatment and disposal techniques; case study of Malaysia. *Waste Management*, 70, 282-292.
- Ministry of Environment and Urbanisation. (2010).** Waste Sector Assessment Report: Turkey's national action

- plan on climate change project. Page: 7-8.: http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Atik_Sektoru_Mevcut_Durum_Degerlendirmesi_Raporu.pdf. Accessed 16 Apr 2018.
- Ministry of Environment and Urbanisation. (2013).** Hazardous Waste Statistics. 3rd Volume of Hazardous waste. <http://webdosya.csb.gov.tr/csb/dokumanlar/cygm0011.pdf>. Accessed 16 Apr 2018.
- Ministry of Environment and Urbanisation. (2015).** Environmental Status Report for İstanbul Page: 54. <http://webdosya.csb.gov.tr/db/istanbul/icerikbelge/icerikbelge43894.pdf>. Accessed 16 Apr 2018.
- Ministry of Environment and Urbanisation. (2016).** National Waste Management and Action Plan 2016-2023, Page: 32. <http://cygm.csb.gov.tr/ulusal-atik-yonetimi-ve-eylem-plani-2016-2023-hazirlandi-haber-221234>. Accessed 16 Apr 2018.
- Misra, V. & Pandey, S. D. (2005).** Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India. *Environment International*, **31**, 417-431.
- Oncel, M.S., Bektas, N., Bayar, S., Engin, G., Caliskan, Y., Salar, L. & Yetis, U. (2017).** Hazardous wastes and waste generation factors for plastic products manufacturing industries in Turkey. *Sustainable Environment Research*, **27**, 188-194.
- Ozder, A., Teker, B., Eker, H.H., Altindis, S., Kocaakman, M., & Karabay, O. (2013).** Medical waste management training for healthcare managers - a necessity? *Journal of Environment Health Sciences and Engineering*, **11**:20, 1-8. Doi: 10.1186/2052-336X-11-20.
- Patwary, M.A., W.T. O'Hare, G. Street, K.M. Elahi, S.S. Hossain, & Sarke. MH. (2009).** Country report: Quantitative assessment of medical waste generation in the capital city of Bangladesh. *Waste Management*, **29**, 2392-2397.
- Salihoglu, G. (2010).** Industrial hazardous waste management in Turkey: Current state of the field and primary challenges. *Journal of Hazardous Materials*, **177**, 42-56.
- Sarigiannis, D.A. (2017).** Assessing the impact of hazardous waste on children's health: The exposome paradigm. *Environmental Research*, **158**, 531-541.
- Seadon, J.K. (2010).** Sustainable waste management systems. *Journal of Cleaner Production*, **18**, (16-17), 1639-1651.
- Taghipour, H. & Mosafari, M. (2009).** Characterization of medical waste from hospitals in Tabriz, Iran. *Sci. Total Environ.*, **407**, 1527-1535.
- Taser, A. & Erdoğan, B.Z. (2009).** Türkiye'de Tehlikeli Atıklara İlişkin Mevcut Durumun Analizi", Dumlupınar University. *Social Sciences Journal*, **25**, 41-48
- Thi, N.B.D., Kumar, G. & Lin, C.Y. (2015).** An overview of food waste management in developing countries: Current status and future perspective. *Journal of Environmental Management*, **157**, 220-229.
- Tinmaz, E. & Demir, I. (2006).** Research on solid waste management system: To improve existing situation in Corlu Town of Turkey. *Waste Management*, **26**, 307-314.
- Tsakona, M., Anagnostopoulou, E. and Gidarakos, E. (2007).** Hospital waste management and toxicity evaluation: A case study. *Waste Management*, **27**, 912-920.
- Turkish Coal Institute. (2014).** Locations of Establishments, History of Institute, and Average Number of Workers Web pages. <http://www.taskomuru.gov.tr>. Accessed 16 Apr 2018.
- Yidong, G., Xin, C, Shuai, Z. & Ancheng, L. (2012).** Performance of multi-soil-layering system (MSL) treating leachate from rural unsanitary landfills. *Science of The Total Environment*, **420**, 183-190.
- Yigit, C., Maden, G., Disa, N., Yilmaz, O., Ogutverici, A., Alp, E., Unlu, K., Gokcay, C.F., Dilek, F.B., Dogan, O., Karanfil, T. & Yetis, U. (2012).** Hazardous waste management in Turkey: current legislative requirements and future challenges. *Desalination and Water Treatment*, **26**(1-3), 152-159.
- Yilmaz, O., Kara, B.Y. & Yetis, U. (2017).** Hazardous waste management system design under population and environmental impact considerations. *Journal of Environmental Management*, **2**(203), 720-731.
- Yilmaz, O., Dogru, B. & Yetis, U. (2012).** Current practices in hazardous waste management in Turkey. *Desalination and Water Treatment*, **26**(1-3), 111-117.

***Corresponding author's:**

Nesli AYDIN

Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Karabük, Turkey.

✉E-mail: nesli.ciplak.aydin@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7561-4280>

The Length-Weight Relationship and Condition Factor of Striped Sea Bream *Lithognathus mormyrus* (L., 1758) in the southern Black Sea Region

Mehmet AYDIN^{1*} Adil SÖZER¹

¹Fatsa Faculty of Marine Science, Ordu University, Turkey

 <https://orcid.org/0000-0003-1163-6461>,

 <https://orcid.org/0000-0002-8674-1461>

Received date: 14.05.2018

Accepted date: 09.07.2019

How to cite: Aydın, M. & Sözer, A. (2019). The Length-weight relationship and condition factor of striped sea bream *Lithognathus mormyrus* (L., 1758) in the southern Black Sea Region. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 319-324.

Atf yapmak için: Aydın, M. & Sözer, A. (2019). Güney Karadeniz Bölgesi'ndeki mırmır *Lithognathus mormyrus* (L., 1758)'ın, boy ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 319-324.

Abstract: In this study, length-weight relationship and condition factor of *Lithognathus mormyrus* were determined in the Black Sea. A total of 306 individuals (170 female and 136 male) were caught between 2017 and 2018 with trammel nets. The mean length and the mean weight of the specimens were determined as 18.18 cm \pm 2.01 (Min: 15.7 cm- Max: 31.0 cm) and 79.16 g \pm 38.20 (Min: 49.23 g - Max: 393.8 g), respectively. The length - weight relationship was described for all individuals by the following formula $W = 0.0147 L^{2.947}$ ($R^2 = 0.942$) with a negative allometric growth. Fulton condition factor (K) was calculated, 1.27 \pm 0.092 for all individuals.

Keywords: Black Sea, Ordu coast, *Lithognathus mormyrus*, length, weight .

Güney Karadeniz Bölgesi'ndeki Mırmır *Lithognathus mormyrus* (L., 1758)'ın, Boy Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Faktörü

Öz: Bu çalışmada, Güney Karadeniz Bölgesi'ndeki *Lithognathus mormyrus*'un boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü belirlenmiştir. Toplam 306 birey (170 dişi ve 136 erkek) fanyalı ağlarla 2017 ve 2018 yılları arasında örneklenmiştir. Türün ortalama boy ve ağırlık verileri sırasıyla 18.18 cm \pm 2.01 (Min: 15.7 cm - Mak: 31.0 cm) ve 79.16 g \pm 38.20 (Min: 49.23 - Mak: 393.8) olarak hesaplanmıştır. Boy-ağırlık ilişki formülü tüm bireyler için; $W = 0.0147 L^{2.9475}$ ($R^2 = 0.9421$) olarak ve büyüme negatif allometrik olarak hesaplanmıştır. Fulton kondisyon faktörü (K) tüm bireyler için 1.27 \pm 0.092 olarak belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Karadeniz, Ordu sahilleri, *Lithognathus mormyrus*, ağırlık, boy.

INTRODUCTION

The striped sea bream *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) is a demersal species, naturally found in Eastern Atlantic, South Africa and Western Indian (Bauchot & Hureau, 1990). It is also widely abundant in the Aegean Sea, Mediterranean Sea, and Sea of Marmara (Bilecenoğlu et al., 2014). The species is more prevalent in sandy and muddy areas (Bauchot & Hureau, 1986; Fischer et al., 1987; Smith

& Smith, 1986). Although they commonly distribution 10-20 m depths, the depth range is 0-150 m (Bauchot & Hureau, 1990). They can reach up to 55 cm in total length and the highest estimated age is 12 (Fischer et al., 1987; Kraljević et al., 1996). Striped sea bream is a carnivore species that feeds on benthic organisms on muddy and sandy substrates. Its main preferences are bivalves, copepods, polychaetes and

amphipods (Froglia, 1977; Jardas, 1985). Striped sea breams are hermaphrodites where juveniles are male, after 14 cm total length female character is dominant (Vasil'eva, 2007).

It is known that, the adaptation of species inhabiting the Mediterranean Sea, by passing the Turkish Straits System, to the Black Sea (Aydın, 2017). This species is also thought to adapt the Black Sea ecosystem in this way. The first record of this species in the Black Sea coast of Turkey was reported by Satılmış et al., (2014) from Sinop province, the second occurrence was recorded by Engin et al., (2015) from Istanbul, Trabzon, Rize and Artvin provinces, than it was recorded by Aydın (2017) in the province of Ordu, and the author stated that it was found in a school. Later, by Aydın (2018) the species maximum length was reported as 30 cm, maximum weight 336.39 g and maximum age 7, for the Black Sea. Also the species was reported from Romanian coasts by Stanciu & Ilie (1980), from Georgian coasts by Vasil'eva (2007), and from Crimea coasts by Guchmanidze & Boltachev, (2017).

Length-weight relationships (LWRs) are used for estimating weight of a given length, condition factor is used for comparing the fish's health or fatness of the fish, and both concepts have been used for many years in fisheries research (Froese, 2006). Length-weight relationships in estimation of the condition of the fish, length values for estimation of the biomass, estimation of weight from a given length, in stock estimation models transforming growth in length and growth in weight equations to each other, comparison of life cycle of a fish's from different areas are widely used by fisheries researchers (Froese, 2006; Akyol et al., 2017).

In this study, the length and weight relationship for *L. mormyrus* is reported, a species that has migrated from the Mediterranean and adapted to the Black Sea.

MATERIAL and METHOD

The study was carried out on shores of the Black Sea (Figure 1). A total of 306 *L. mormyrus* individuals (170 female and 136 male) were caught from the Ordu coast of southern Black Sea between 2017 and 2018 by using trammel nets (40-44-48 mm mesh size) set at 2-100 m depths.

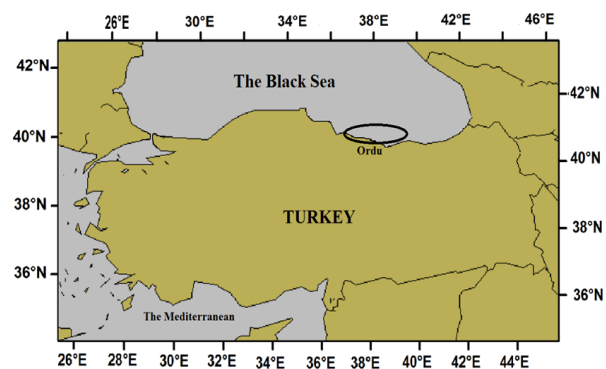


Figure 1. Sampling Region.

Captured fish specimens were preserved in ice boxes for examination in the laboratory. Total length (nearest 0.1 cm) and total weight (nearest 0.01 g) were recorded. The sex of each specimen was determined by examining the gonads macroscopically. The length-weight relationship (LWR) of the fish was calculated by applying the exponential regression equation $W = aTL^b$, where "a" and "b" are constants (Ricker, 1975). Pauly (1983) revealed that the regression coefficient "b" in length-weight relationship of marine organisms is usually 3. If $b=3$, growth is isometric where length increment is proportionate to weight increment. If it is greater than 3, the growth is positive allometric and if it is lower than 3, the marine organism exhibits negative allometric growth.

Fulton's coefficient of condition factor (K) was calculated by $K=100W/L^3$, where L is length (cm) and W is weight (g) (Le Cren, 1951; Bagenal, 1978; Sparre & Venema, 1992).

The relationships among the variables were identified using the regression analysis. The observed differences were evaluated statistically using SPSS 22.0 and Student's t-test (Sokal & Rohlf, 1969).

RESULTS

In this study, 170 (55.55%) of the specimens were female and 136 (44.44%) male. The total sex ratio for female and male individuals (M:F) was 0.8:1. The difference between the sex ratios was found to be statistically significant ($\chi^2 = 3.778$, $df = 1$, $P < 0.05$). When the *L. mormyrus* population in the Black Sea examined, 94.8 % of the individuals were between 19-20 cm total length group (Figure 2). The highest percentage was observed for 17 cm TL (35.3 %) length group.

The average total length of the examined individuals was found $18.18 \text{ cm} \pm 2.10$, and the average total weight was $79.16 \text{ g} \pm 38.20$. The female and male's average total length were $18.06 \text{ cm} \pm 1.56$ and $18.33 \text{ cm} \pm 2.46$, respectively (Table 1).

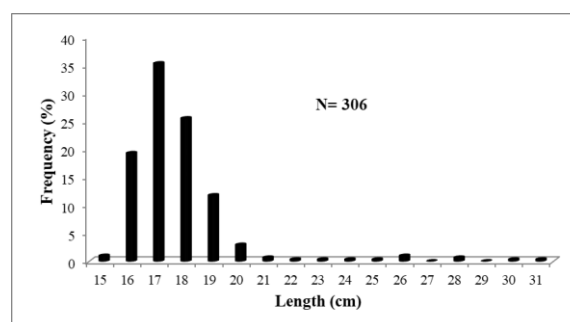


Figure 2. Size frequency distributions of *L. mormyrus* in the southern Black Sea region.

The largest sampled individual was 31 cm long and 393.8 g, which is the largest individual ever sampled from

the southern Black Sea (Table 1). The mean length and the mean weight of the specimens were determined as Table 1.

Table 1. Mean and standard deviation, maximum, minimum for length (L) and weight (W) parameters of each sex of *L. mormyrus*.

S	N	Length (cm)			Weight (g)		
		Mean ± SD	Min.	Max.	Mean ± SD	Min.	Max.
Σ	306	18.18±2.10	15.7	31.0	79.16±38.20	49.23	393.8
♂	136	18.33±2.46	15.7	30.0	83.01±46.53	49.23	336.3
♀	170	18.06±1.56	16.0	31.0	76.08±29.71	51.24	393.8

Σ: All, ♂: Male, ♀: Female S: Sex; N= Number of individuals, Min: Minimum; Max: Maximum; SD: Standard deviation

The analysis of length-weight relationship of *L. mormyrus* showed that the respective values of “b” were 2.947 for all individuals, 2.815 for females and 3.014 for males. The value of “b” is only slightly different than 3 for the male group and is not significantly different than 3 for the female and the all individuals with p> 0.05 (Table 2).

Negative allometric growth values were observed for the striped sea bream of (b) for females and all individuals, while the males showed an isometric growth (Figure 3). The length - weight relationship for all individuals was found as $W = 0.0147 L^{2.947}$ ($R^2 = 0.942$). Estimation of length-weight relationship for female, male and all individuals are given in Figure 3.

Table 2. Length-weight relationship parameters for each sex and all individuals for *L. mormyrus* from southern Black Sea.

S	N	a	b	95% Confidence Interval (±SD)	R ²	Pauly t-test	P
Σ	306	0.0147	2.947	2.865-3.029 (±0.041)	0.942	1.252	< 0.05
♂	136	0.0121	3.014	2.903-3.125(±0.056)	0.955	0.261	< 0.05
♀	170	0.0215	2.815	2.685-2.944 (±0.065)	0.916	2.818	> 0.05

Σ: All, ♂: Male, ♀: Female S: Sex; N: Number of individuals, SD: Standard deviation a: intercept, b: slope, R²: determination coefficient, P: probability of the t-test (H₀: b = 3).

Out of 306 sampled individuals 98.4 % were caught in October and November (Figure 4). Though many were caught from shallower waters (2-15 m), the *L. mormyrus* individuals caught in March were from 90 m depth.

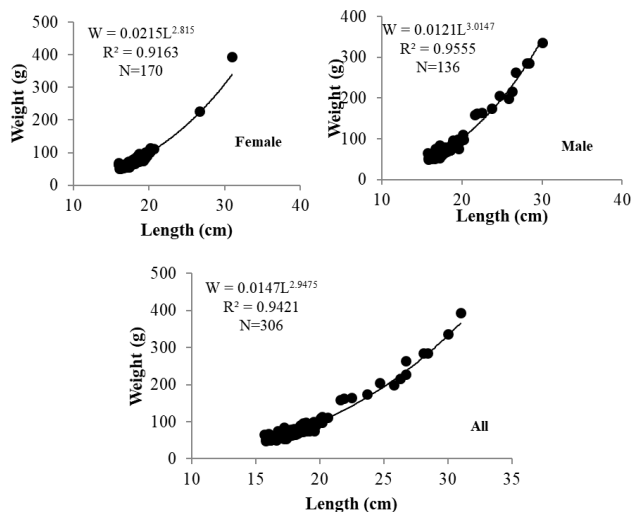


Figure 3. Length-weight relationship of female, male and all individuals for *L. mormyrus* from the southern Black Sea region.

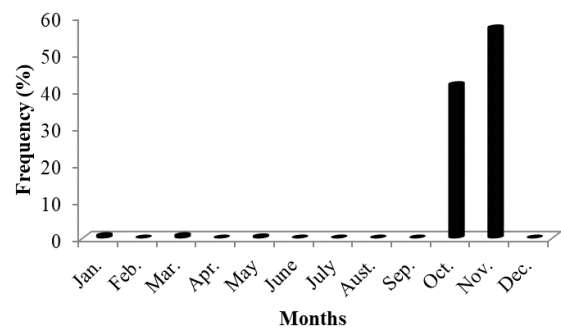


Figure 4. *L. mormyrus* species presence frequency in the southern Black Sea region.

In this study, Fulton condition factor (K) were also calculated, where the lowest and highest estimations were found to be 1.003 and 1.681 respectively with a mean value of 1.27 ± 0.092 for all individuals (Table 3).

Table 3. Fulton’s coefficient of condition factor (K) for *L. mormyrus* in the Black Sea.

N	K=100W/L ³			
	Mean (K)	± SD	Minimum	Maximum
306	1.27	0.092	1.003	1.681

N= Number of individuals, K: condition factor, SD: standard deviation, W: total weight, L: total length.

The K values according to length groups are shown in Figure 5.

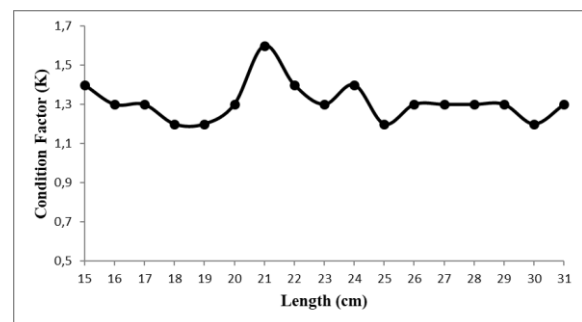


Figure 5. Relationships between condition factor (K) and L (cm) for *L. mormyrus* in the the southern Black Sea region.

DISCUSSION

In this study the M/F ratio was found to be 0.8/1. Many studies (Table 4) reported higher female ratios for the species population. In a study conducted in Iskenderun Bay by Türkmen & Akyurt (2003) reported the male/female ratio (M/F) as 1.09/1.00. Kraljević et al., (1996) in Adriatic Sea reported 1/1.62, Monteiro et al., (2010) from Portugal as 1/1.7, and from Antalya by Sümer et al., (2014) it was reported as 0.56/1.

The average total length of the examined individuals was found 18.18 cm (15.7-31.0), and the average total weight was 79.16 g (49.23-393.8). Fischer et al., (1987) reported that *L. mormyrus* can reach up to 55 cm and commonly to be around 30 cm. Reported maximum lengths of no study conducted from Aegean Sea and Mediterranean Sea coasts of Turkey are not as much as the common length reported by

Fischer et al., (1987) (Table 4). Only a study conducted in the Black Sea by Aydın, (2018) reported such length. In this

study the maximum length was found to be 31 cm, and this is the new maximum length reported from Turkish waters.

Table 4. Length-weight relationships of *L. mormyrus* from different areas.

N	Lmax (cm)	Wmax (g)	a	b	R ²	Locality	References
202	37.6	670.0	0.0106	3.023	0.969	N. Adriatic Sea	Kraljević et al., (1996)
3335	27.7	303.2	0.0113	3.046	0.982	İskenderun Bay	Türkmen & Akyurt (2003)
73	14.3	---	0.0110	3.196	0.981	Aegean Sea	Koutrakis & Tsikliras (2003)
1688	34.1	520.9	0.0085	3.108	0.985	Greece	Kallianiotis et al., (2005)
36	27.8	---	0.0098	3.043	0.952	S. Aegean Sea	Akyol et al., (2007)
13	26.0	211.0	0.0084	3.100	0.950	N. Aegean Sea	Gökçe et al., (2007)
55	26.4	---	0.0118	3.010	0.982	C. Aegean Sea	İlkyaz et al., (2008)
339	27.4	329.0	0.0132	3.036	0.971	Antalya	Emre et al., (2010)
548	42.7	895.4	0.0001	3.023	0.995	Portugal	Monteiro et al., (2010)
105	20.5	103.5	0.0070	3.159	0.955	İzmir Bay	Acarlı et al., (2014)
169	22.7	---	0.0124	2.934	0.999	S. Aegean Sea	Bilge et al., (2014)
338	30.1	363.0	0.0141	2.999	0.980	Antalya	Sümer et al., (2014)
2015	16.5	46.6	0.0110	2.907	0.901	N. Aegean Sea	Altın et al., (2015)
25	20.1	100.3	0.0711	2.398	0.817	Black Sea	Aydın (2017)
449	34.5	540.3	0.0100	3.094	0.979	Algeria	Boufersaoui et al., (2018)
306	31.0	393.8	0.0147	2.815	0.916	Black Sea	This study (2019)

The LWRs parameters are extremely important for fish biology and fisheries management (Garcia et al., 1989). The relationship between length and weight for this species shows that growth shows negative allometry ($b = 2.9475$) for combined sexes. Suau (1970) reported positive allometric growth ($b = 3.43$) in the study conducted from Spanish coasts, Kraljević et al., (1995) in the northern Adriatic isometric growth ($b = 3.05$) and in the central Adriatic negative allometric growth ($b = 2.69$), again Kraljević et al., (1996) from northern Adriatic reported isometric growth, Türkmen & Akyurt (2003) reported isometric growth ($b=2.979$) in their study conducted in Iskenderun Bay, Monteiro et al., (2010) from coasts of Portugal reported isometric growth (3.023), Sümer et al., (2014) reported isometric growth (2.999) from Antalya, Aydın (2017) reported negative allometry from the Black Sea (2.398) and Boufersaoui et al., (2018) reported isometric growth (3.094) from coasts of Algeria (Table 4). Even though isometric growth was reported by almost all the previous studies, there are some differences. These differences could be the result of ecological differences between seas, environmental differences or differences in food availability (Frost, 1945). At the same time, sex, length, age, reproductive period may also cause these differences (Ricker, 1975).

The studies on the presence of *L. mormyrus* in the Black Sea Basin are given in Table 5. Except one study (Aydın, 2017), all are regional records from the Black Sea. Only Aydın (2017) study provides LWR of 25 individuals

Table 5. Length and weight values obtained in other studies carried out in the Black Sea

References	Maximum length (cm)	Maximum weight (g)	Black Sea Region
Satılmış et al., (2014)	25.4	196.01	Turkey (Sinop)
Engin et al., (2015)	22.6	-	Turkey (Rize)
Guskov (2017)	15-24	70-250	Rusya (Caucasus)
Guchmanidze & Boltachev (2017)	19.6	-	Georgian (Batumi)
Guchmanidze & Boltachev (2017)	21.9	138.3	Rusya (Crimea)
Guchmanidze & Boltachev (2017)	17.2	65.4	Rusya (Crimea)
Guchmanidze & Boltachev (2017)	21.8	102.6	Rusya (Crimea)
Aydın (2017)	20.1	100.3	Turkey (Ordu)
Aydın (2018)	30.0	336.39	Turkey (Ordu)
This study (2019)	31.0	393.8	Turkey (Ordu)

Max. = Maximum

In the study, minimum K value was estimated 1.003, for maximum as 1.681. Matić-Skoko et al., (2007) studies K value was 1.245, and K values reported by Alssalam et al., (2016) were between 1.38-1.59. Both studies K values are in the range of this study's K values.

During the study' October and November samplings, 20-30 individuals were obtained. Even though the species was mainly sampled between 1-10 m depths, in March it was sampled from 90 m in depth. When considered the number of individuals obtained from the Black Sea it can be stated that this species has adapted to the region and that a stock has formed.

This research is the first study focusing on the weight-length relationship and condition factor for the population of *Lithognathus mormyrus* in the Black Sea, and also gives a new maximum length data record for this species in this region.

REFERENCES

- Acarlı, D., Kara, A. & Bayhan, B. (2014). Length-weight relations for 29 fish Species from Homa Lagoon, Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, **44**(3), 249-257.
- Akyol, O., Demir Sağlam, Y. & Ceyhan, T. (2017). A collected work on length-weight relationships of fish species in the Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **34**(2), 235-247.
- Akyol, O., Kınacıgil, H.T. & Şevik, R. (2007). Longline fishery and length-weight relationships for selected fish species in Gökova Bay (Aegean Sea, Turkey). *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, **1**, 1-4.
- Alssalam, E.F.A., Ali, S.M., Mor, M.S.S Attea, R., Ali, S. & Eman Salem Al Fergani, E.S. (2016). Reproductive biology of the striped seabream

- Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) from Al Haneah fishing site, Mediterranean Sea, Eastern Libya. *Journal of Life Sciences*, **10**, 171-181.
- Altın, A., Ayyıldız, H., Kale, S. & Alver, C. (2015).** Length-weight relationships of 49 fish species from shallow waters of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, **39**, 1-5.
- Aydın, M. (2017).** Presence of the Striped Seabream (*Lithognathus mormyrus*) in the Black Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, **3**(1), 49-54.
- Aydın, M. (2018).** The new maximum length of the striped sea bream (*Lithognathus mormyrus* L., 1758) in the Black Sea region. *Aquatic Sciences and Engineering*, **33**(2), 50-52.
- Bagenal, T.B. (1978).** *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. 3rd Ed., Handbook No: 3, Blackwell Scientific Publication, Oxford, 365pp.
- Bauchot, M.L. & Hureau, J.C. (1986).** Sparidae, In: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J. & Tortonese, E. (Eds). *Fishes of the North- Eastern Atlantic and the Mediterranean*, Vol. II, 883-907 pp. UNESCO, Paris.
- Bauchot, M.L. & Hureau, J.C. (1990).** Sparidae. 790-812pp. In: Quero, J.C., Hureau, J.C., Karrer, C., Post, A. & Saldanha, L. (Eds.) *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. Vol. 2. JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, M. & Çiçek, E. (2014).** An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **38**, 901-929.
- Bilge, G., Yapıcı, S., Filiz, H. & Cerim, H. (2014).** Weight-length relations for 103 fish species from the southern Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, **44**(3), 263-269.
- Boufersaoui, S., Kassar, A., Mokrane, Z., Elleboode, R. & Mahé, K. (2018).** Age and growth of the striped seabream, *Lithognathus mormyrus* (Actinopterygii: Perciformes: Sparidae), in the central coast of Algeria, Mediterranean sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, **48**(4), 319-328.
- Emre Y., Balık İ., Sümer Ç., Oskay D.A. & Yeşilçimen Ö. (2010).** Age, growth, length-weight relationship and reproduction of the striped sea bream (*Lithognathus mormyrus* L., 1758) (Sparidae) in the Beymelek lagoon (Antalya, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, **34**(1), 93-100.
- Engin, S., Keskin, A.C., Akdemir, T. & Seyhan, D. (2015).** Occurrence and new geographical record of striped seabream *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) in the Turkish coast of Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **15**, 937-940.
- Fischer, W., Schneider, M., & Bauchot, M.L. (1987).** *Méditerranée et Mer Noire (Zone de Pêche 37)*. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Rev.1. (2 volumes).
- Froese, R. (2006).** Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, **22**(4), 241-2530.
- Frogliia, C. (1977).** Feeding of *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) in Central Adriatic Sea (Pisces, Sparidae). *Rapport Commission International Mer Mediterranee*, **24**, 95-97.
- Frost, W.E. (1945).** The age and growth of eels (*Anguilla anguilla*) from the Windermere catchment area. Part 2. *J. Anim. Ecol.*, **14**, 106-124.
- Garcia, C.B., Buarte, J.O., Sandoval, N., Von Schiller, D. & Mello, N.P. (1989).** Length-weight relationships of demersal fishes from The Gulf of Salamanca, Colombia. *Fishbyte*, **21**, 30-32.
- Gökçe, G., Aydın, İ. & Metin, C. (2007).** Length-weight relationships of 7 fish species from the North Aegean Sea, Turkey. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, **1**, 51-52.
- Guchmanidze, A. & Boltachev, A. (2017).** Notification of the first sighting of sand steenbras *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) and modern species diversity of the family Sparidae at the Georgian and Crimean Black Sea coasts. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, **23**(1), 48-55.
- Guskov, G.E., Zhivoglyadov, A.A., Chepurnaya, T.A. & Shimanskaya, E.I. (2017).** The first occurrence of the Atlantic steen brass *Lithognathus mormyrus* caught by fishing nets off the Caucasus coast in the Russian Federation. <https://www.science-education.ru/pdf/2017/5/26839.pdf>. (In Russian)
- İlkyaz, A.T., Metin, G., Soykan, O. & Kınacıgil, H.T. (2008).** Length-weight relationship of 62 fish species from the Central Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, **24**, 699-702.
- Jardas, I. (1985).** The feeding of juvenile striped seabream, *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Sparidae). *Rapport Commission International Mer Mediterranee*, **29**, 107-108.
- Kallianiotis, A., Torre, M. & Argyri, A. (2005).** Age, growth, mortality, reproduction and feeding habits of the striped seabream, *Lithognathus mormyrus* (Pisces: Sparidae) in the coastal waters of the Thracian Sea, Greece. *Scientia Marina*, **69**(3), 391-404.
- Koutrakis, E.T. & Tsikliras, A.C. (2003).** Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, **19**, 258-260.
- Kraljević M., Dulčić J., Cetinić P. & Pallaoro A. (1996).** Age, growth and mortality of the striped sea bream, *Lithognathus mormyrus* L., in the northern Adriatic. *Fisheries Research*, **28**(4), 361-370.

- Kraljević, M. Dulčić, J. Pallaoro, A. Cetinic, P. & Jug-Dujakovic, J. (1995).** Sexual maturation, age and growth of striped sea bream, *Lithognathus mormyrus* L., on the eastern coast of the Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, **11**, 1-8.
- Le Cren, E.D. (1951).** The Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, **20**, 201-219.
- Matić-Skoko, S., Ferri, J., Kraljević, M. & Dulčić, J. (2007).** Growth of juvenile striped seabream, *Lithognathus mormyrus* (Teleostei: Sparidae) in the Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, **23**(3), 186-187.
- Monteiro, P., Bentes, L., Coelho, R., Correia C., Erzini K., Lino, P.G., Ribeiro J. & Goncalves J.M.S. (2010).** Age and growth, mortality and reproduction of the striped sea bream, *Lithognathus mormyrus* Linnaeus 1758, from the south coast of Portugal (Algarve). *Marine Biology Research*, **6**(1), 53-65.
- Pauly, D. (1983).** *Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks*. FAO Fisheries Technical Paper, (234), 52.
- Ricker, W.E. (1975).** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada*, **191**, 1-382.
- Satılmış, H.H., Sümer, Ç., Aksu, H. & Çelik, S. (2014).** About the new record of striped seabream *Lithognathus mormyrus* L., 1758 (Pisces: Teleostei: Sparidae) from the coastal water of the Southern Black Sea, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **13**(3), 171-173.
- Smith, J.L.B. & Smith, M.M. (1986).** Sparidae. In: Smith, M.M. & Heemstra, P.C. (Eds). *Smiths' Sea Fishes*. 580–594 pp. Springer-Verlag, Berlin.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1969).** *Introduction to Biostatistics*, Second Edition, W.H. Freeman and Company, New York.
- Sparre, P. & Venema, S.C. (1992).** *Introduction to Tropical Fish Stock Assessment*, Part I, FAO Fisheries Technical Paper 306/1, 376pp. Rome.
- Stanciu, M. & Ilie, G. (1980).** *Lithognathus mormyrus*, a new species of Sparidae at the Romanian littoral Pontus Euxinus, *Studiisi cercetari CSMN-Constanta*, **1**, 107-110.
- Suau, P. (1970).** Contribución al estudio de la biología *Lithognathus* (Pagellus) *mormyrus* L. especialmente de la sexualidad. *Invest. Pesq.*, **1**, 59-66.
- Sümer, Ç., Özdemir, G. & Ertekin, H. (2014).** Age, growth and reproduction of the striped seabream, *Lithognathus mormyrus* (Pisces: Sparidae), in the Beymelek Lagoon (southwestern coast of Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, **55**(1), 37-42.
- Türkmen, M. & Akyurt, İ. (2003).** Growth Characteristics, Sex Inversion and Mortality Rates of Striped Sea Bream, *Lithognathus mormyrus* L., in İskenderun Bay. *Turkish Journal of Zoology*, **27**(4), 323-329.
- Vasil'eva, E.D. (2007).** *Fish of the Black Sea*. Key to Marine, Brackish Water, Euryhaline, and Migratory Species with Color Illustrations, Collected by S.V. Bogorodsky. 238 pp. VNIRO, Moscow.

*Corresponding author's:

Mehmet AYDIN

Fatsa Faculty of Marine Science, Ordu University, 52400 Turkey

✉E-mail: maydin69@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1163-6461>

Tel. : +90.542 4356280;

Fax : +90.4524239953

Sapanca Gölü Yüzey Sularında Toplam Petrol Hidrokarbon (TPH) Düzeyleri

Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN^{1*} Gülşen ALTUĞ¹ Esra Billur BALCIOĞLU²

¹İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, 34134, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Kimyasal Oşinografi Anabilim Dalı, 34134, İstanbul, Türkiye

*: <https://orcid.org/0000-0002-4377-1628> : <https://orcid.org/0000-0003-3251-7699> : <https://orcid.org/0000-0003-1235-9101>

Received date: 31.05.2019

Accepted date: 05.08.2019

Atf yapmak için: Çiftçi Türetken, P.S., Altuğ, G. & Balcıoğlu .B. (2019). Sapanca gölü yüzey sularında toplam petrol hidrokarbon (TPH) düzeyleri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 325-331.

How to cite: Çiftçi Türetken, P.S., Altuğ, G. & Balcıoğlu .B. (2019). Total petroleum hydrocarbons (TPH) levels in the surface water of lake Sapanca, Turkey. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 325-331.

Öz: Bu çalışmada önemli bir içme ve kullanma suyu kaynağı olan ve turizm aktivitelerine ev sahipliği yapan Sapanca Gölü'nde toplam petrol hidrokarbon düzeylerini belirlemek amacıyla Kasım 2008-Mart 2010 tarihleri arasında 5 istasyondan yüzey suyu örnekleri alınmıştır. Su örnekleri diklorometan ekstraksiyon yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve spektrofotometrede (ShimadzuRF-5301) ölçülmüştür. Toplam hidrokarbon düzeyleri en düşük 0,24 µg/L en yüksek 26,78 µg/L (ortalama 7,29±4,7 µg/L) aralığında tespit edilmiştir. En yüksek değer, Kasım 2009 tarihinde NATO petrol boru hattında gerçekleşen sızıntı sebebiyle gölün güney noktasında tespit edilmiştir. Bu çalışma Sapanca Gölü kıyı sularında toplam petrol hidrokarbon değerleri bakımından veri sağlamıştır. Elde edilen TPH verileri ulusal limit değerlerin üzerinde bulunurken bölgede boru hattı sızıntısı dahil olmak üzere petrol kirliliği bakımından potansiyel olduğunu göstermiştir.

Anahtar sözcükler: Antropojenik aktiviteler, petrol hidrokarbonları, Sapanca Gölü..

Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) Levels in the Surface Water of Lake Sapanca, Turkey

Abstract: In this study, which was conducted to determine the total petroleum hydrocarbon levels, surface water samples were taken from November 2008 to March 2010 from 5 stations determined in Sapanca Lake, which is used intensively for drinking, municipal water and recreational activities. The water samples were extracted by dichloromethane and measured by spectrofluorometer. The total hydrocarbon levels were determined as minimum 0,24 µg/L maximum 26,78 µg/L (mean 7,29 ± 4,7 µg / L). The highest value was detected in November 2009 at the southern point of the lake due to a leak in the NATO oil pipeline. This study is contributed data on the levels of TPH in the Sapanca Lake. While detected TPH values displayed over the national limits, it showed that there is potential for oil pollution in the region, including pipeline leakage.

Keywords: Anthropogenic activities, petroleum hydrocarbons, Sapanca lake.

GİRİŞ

Petrol kirliliği, insan ve ekosistem sağlığı, balıkçılık faaliyetleri, akuakültür, turizm gibi pek çok alanda olumsuz etkilere yol açan ciddi bir küresel çevre sorunudur. 2017 yılında küresel olarak kanıtlanmış petrol rezervleri 1696,6 milyar varil olarak tespit edilmiştir (BP, 2018). Her yıl milyonlarca ton ham petrol veya işlenmiş petrol ürünlerinin taşımacılığı tankerler veya boru sistemleri ile yapılmaktadır. Teknolojinin günden güne gelişmesi nedeniyle deniz ve göl ekosistemlerinde petrol kirliliği günden güne artış göstermektedir.

Göle giren kirliticilerin çoğunluğunun ulaşım faaliyetlerinden, araç trafiğinden, evsel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı bilinmektedir. Göl ekosisteminde petrol kirliliği genellikle gölün konumu ile ilişkilendirilmektedir. Sapanca Gölü, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan en büyük göllerinden biridir ve bu göl, Adapazarı ve İzmit bölgesindeki birçok önemli endüstri tarafından içme ve kullanma suyu kaynağı olarak kullanılmaktadır. Sapanca Gölü'nün, doğal güzelliği ve metropole olan yakınlığı nedeniyle yoğun kentleşme ve sanayileşmeye maruz kalması, göl üzerinde kirlilik baskısı oluşturmaktadır (İleri, 1996; İleri vd., 1997; Akkoyunlu & Akiner, 2012; Karacoban vd., 2017; Akcaalan vd., 2018; Çiftçi Türetken vd., 2019; Ates & Demirel, 2019; Aktas & Donmez, 2019).

Dökülen petrolün ortamdaki davranışı, buharlaşma, çözünme, mikrobiyal bozunma, foto-oksidasyon ve yağ ile çöktürmeler arasındaki etkileşimi içeren çeşitli fizikokimyasal ve biyolojik faktörlere bağlıdır. Mikroorganizmalar, bilinen en güçlü petrol parçalayabilen canlılar olarak bilinmektedir (Altuğ vd., 2007; Çiftçi & Altuğ, 2010; Altuğ vd., 2011; Altuğ vd., 2012; Ansari vd., 2018; Yang, 2019). Sapanca Gölü'nde yapılan bir çalışmada gölün doğal bakteri izolatlarının petrol hidrokarbonlarına karşı direnç gösterdiğini rapor edilmiştir (Çiftçi vd., 2018).

Petrol hidrokarbonları çevresel ortama farklı kaynaklardan kontamine olmaktadır. Deniz trafiği ve kaza yoluyla, orman yangınlarından atmosfere karışıp yeryüzüne inen yağışlar ve nehir deşarjlarıyla, ortamda bulunan canlıların biyosenteziyle, hidrokarbon olmayan doğal ürünlerin hidrokarbonlara erken diyajenetik dönüşümüyle ve fosil yakıtların kısmi yanması ve/veya tam yanmamasıyla ortamdaki petrol hidrokarbonları miktarı ciddi şekilde artmaktadır (UNEP/IOC/IAEA 1992; Clark 1997).

Toplam petrol hidrokarbonları (TPH), ham petrolden gelen yüzlerce kimyasal bileşikten oluşan geniş bir aileyi tanımlamak için kullanılan hem alifatik hem de aromatik bileşikler kapsayan bir terimdir. Ham petrol, çevreyi kirlitebilecek petrol ürünleri yapmak için kullanılmaktadır. Ham petrolde ve diğer petrol ürünlerinde çok farklı kimyasallar bulunduğundan, her birinin ayrı ayrı ölçülmesi pratik değildir. Bu nedenle, çalışılan alandaki TPH miktarını ölçme yöntemi kullanılmaktadır (EPA, 1999).

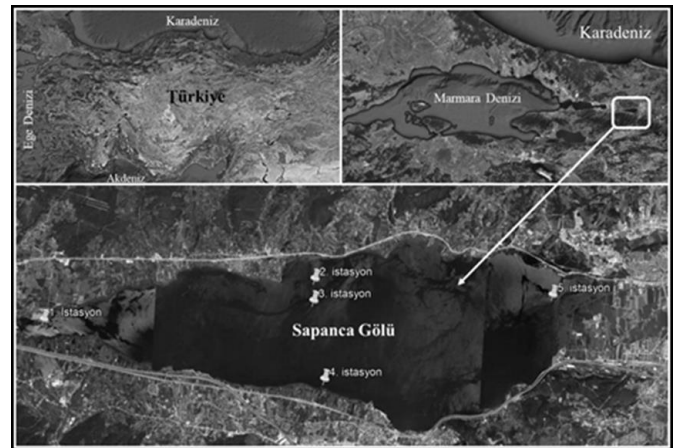
Bugüne kadar Sapanca Gölü'nün biyolojik verimliliğine, kimyasal ve biyolojik kirlilik düzeylerine yönelik farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Albay vd., 2003; Aykulu vd., 2006; Akcaalan vd., 2007; Yılmaz & Aykulu, 2010; Akcaalan vd., 2014; Aykulu vd. 1999; Akcaalan vd., 2011; Okgerman, 2005; Ercan vd., 2013a,b; Tarkan vd., 2009; Özuluğ vd., 2007; Altuğ & Okgerman, 2008; Akkoyunlu & Akiner, 2012; Morkoç vd., 1998; Duman vd, 2007; Yalçın & Sevinç, 2001; Tanık vd, 1998; Sisman vd., 2002; Akkoyunlu & İleri, 2003; Arman vd., 2009; Altuğ, 2008a, b; Altuğ vd., 2006).

Bununla birlikte, gemi taşımacılığının yoğun olarak gerçekleştiği Türkiye Denizlerinde su, sediment ve biyotada petrol kirliliği tespiti ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Güven vd., 1995; Güven vd., 1996; Güven vd., 1997; Güven vd., 1998; Bildaci vd., 2000; Güven & Ilgar, 2002; Güven vd., 2004; Öztürk vd., 2007, Cumalı & Güven, 2008; Güven vd., 2010; Balcioglu vb., 2014; Balcioglu, 2016a,b; Balcioglu vd., 2017; Balcioglu vd., 2018). Fakat Sapanca Gölü'nün toplam petrol hidrokarbonlarının düzenli aralıklara izlendiği detaylı bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, gelecekte oluşturulacak çevre yönetimi koruma programı için kullanılabilecek veri oluşturmak için Sapanca Gölü'nde petrol hidrokarbonlarının seviyelerini ve dağılımını tespit etmektir.

MATERYAL ve METOT

Sapanca Gölü'nde seçilen 5 istasyondan yüzey suyu (0,5 m) örnekleri Kasım 2008-Mart 2010 tarihleri arasında aylık olarak alınmıştır. Seçilen istasyonlar Tablo 1 ve Şekil 1'de detaylandırılmıştır.



Şekil 1. Örneklem İstasyonları (Google Earth, 2019).

Örnekler Van Dorn örnekleyici kullanılarak 2,8 L'lik amber şişelere alınmıştır. Örnek alımı sırasında tekne motorundan her hangi bir hidrokarbon bulaşması olmamasına özellikle dikkat edilmiştir. Örnekler şişelere alındıktan hemen sonra hidrokarbon kaybını önlemek amacıyla 30 ml diklorometan (Merck, Almanya) eklenmiş ve İstanbul

Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Deniz Biyolojisi Laboratuvarı II' e analiz edilmek üzere getirilmiştir. Yüze suyu örnekleri üç defa diklorometan kullanılarak ekstrakte edilmiştir (Parson vd., 1984; Suratman vd., 2012). Ekstraktlar içinde bulunabilecek su analiz sonuçlarını etkileyeceği için susuz sodyum sülfat (Merck, Almanya) kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Susuz ekstraktlar daha sonra rotary evaporatör (Heidolph, Almanya) kullanılarak konsantre edilmiştir. Konsantre edilen örnekler n-hekzan (Merck, Almanya) kullanılarak 10 ml'ye tamamlanmıştır. Toplam petrol hidrokarbonlarının düzeyleri 310/360 (ex/em) dalga boyunda spektrofourometre (Shimadzu RF-5301) kullanılarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Örneklem noktalarının konum ve koordinatları.

İstasyonlar	İstasyonların Lokasyonları	Koordinatlar
S1	Sapanca Gölü'nün Batı Noktası	N40° 42' 52.083" E30° 09' 24.614"
S2	Sapanca Gölü'nün Kuzey Noktası	N40° 43' 40.812" E30° 14' 38.933"
S3	Orta Nokta	N40° 43' 21.406" E30° 14' 38.708"
S4	Sapanca Gölü'nün Güney Noktası	N40° 42' 12.639" E30° 14' 56.511"
S5	Sapanca Gölü'nün Doğu Noktası	N40° 43' 37.647" E30° 19' 18.024"

Örnekler Van Dorn örnekleyici kullanılarak 2,8 L'lik amber şişelere alınmıştır. Örnek alımı sırasında tekne motorundan her hangi bir hidrokarbon bulaşması olmamasına özellikle dikkat edilmiştir. Örnekler şişelere alındıktan hemen sonra hidrokarbon kaybını önlemek amacıyla 30 ml diklorometan (Merck, Almanya) eklenmiş ve İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi Deniz Biyolojisi Laboratuvarı II' e analiz edilmek üzere getirilmiştir. Yüze suyu örnekleri üç defa diklorometan kullanılarak ekstrakte edilmiştir (Parson vd., 1984; Suratman vd., 2012). Ekstraktlar içinde bulunabilecek su analiz sonuçlarını etkileyeceği için susuz sodyum sülfat (Merck, Almanya) kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Susuz ekstraktlar daha sonra rotary evaporatör (Heidolph, Almanya) kullanılarak konsantre edilmiştir. Konsantre edilen örnekler n-hekzan (Merck, Almanya) kullanılarak 10 ml'ye tamamlanmıştır. Toplam

petrol hidrokarbonlarının düzeyleri 310/360 (ex/em) dalga boyunda spektrofourometre (Shimadzu RF-5301) kullanılarak tespit edilmiştir.

Kalibrasyon eğrisi ham petrol kullanılarak oluşturulmuş ve bulma sınırı 1 µg/L olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler örnekleme istasyonları, tarihler ve aylar arasındaki farkları göstermek için % 95 anlamlılık düzeyinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile SPSS 21.0 programı kullanılarak test edilmiştir.

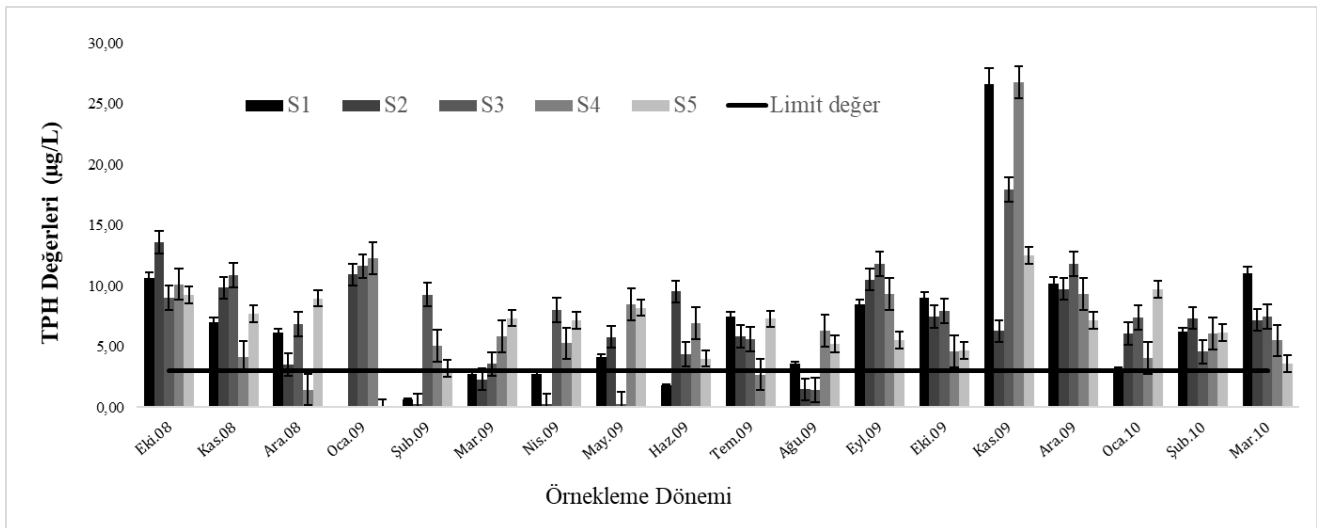
BULGULAR

Sapanca Gölü yüze sularında örnekleme dönemi boyunca her istasyon için tespit edilen TPH değerleri Şekil 2'de özetlenmiştir. İstatistiksel testler, TPH konsantrasyonlarının örnekleme örnekleme tarihi arasında önemli ölçüde farklı olduğunu ($p < 0.05$) göstermiştir (Tablo 2). Gölün Güney kısmında bulunan istasyonun diğer çalışma istasyonlarına göre daha farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sırasında, minimum ve maksimum TPH konsantrasyonları, sırasıyla 0,24 ve 26,78 µg/L değerleriyle S2 (Gölün Kuzey noktası) ve S5 (Gölün güney noktası) istasyonlarında kaydedilmiştir. İstasyonların yıllık ortalama TPH konsantrasyon değerleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Örnekleme dönemi boyunca kaydedilen TPH konsantrasyon değerleri tüm istasyonlar için limit değerlerin üzerinde bulunmuştur.

Tablo 2. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

	Varyasyon					
	İstasyonlar		Aylar		Yıllar	
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
TPH Değeri	,797	,717	2,640	,088	4,805	0,017*

*p value<0.05



Şekil 2. Örneklem Dönemi Boyunca Tespit Edilen TPH değerleri

Tablo 3. İstasyonlarda Tespit Edilen Yıllık Ortalama TPH Değerleri

İstasyonlar	Yıllık Ortalama TPH Değerleri (µg/L)		
	2008 (Ekim-Kasım-Aralık)	2009 (Ocak-Aralık)	2010 (Ocak-Mart)
S1	7,94±1,93	6,46±6,90	6,79±3,24
S2	9,00±4,16	5,87±3,81	7,81±0,57
S3	8,92±1,64	7,81±4,87	6,48±1,35
S4	5,26±3,63	8,57±6,03	5,20±0,86
S5	8,65±0,67	6,57±2,41	6,49±2,50

TARTIŞMA ve SONUÇ

Petrol hidrokarbonları hem insan aktiviteleri hem de doğal süreçler nedeniyle suda bulunurlar ve belli bir seviyeye ulaştıklarında kirletici maddeler olarak tanımlanırlar (Moustafaa, 2004; El-Gendy & Moustafaa, 2007). Tatlı su ortamlarında meydana gelen petrol dökülmeleri tipik olarak deniz sularında ve kıyılarında meydana gelen dökülmelerden hacim olarak çok daha az olsa da daha sık görülmektedir. Ayrıca iç sularda meydana gelen dökülmeler toksik buhar ve yangın riskleri açısından benzer boyuttaki deniz dökülmelerine göre halkı doğrudan çok daha fazla etkilemektedir (IPIECA-IOGP Raporu, 2015). Evlerin ve iş yerlerinin yakınında, otoyollarda, şehirlerde ve ilçelerde dökülmeler meydana gelebilir. Bu nedenle müdahale öncelikleri belirlenmeli ve sık sık kontrol edilmelidir.

İznik Gölü sediment örneklerinde sucül ve karasal canlılara üzerinde ciddi olumsuz etkileri olan BTEX grubu monoaromatik hidrokarbonların düzeyi maksimum 272,3 µg/kg dw, minimum 10.6 µg/kgdw, ve ortalama 79.4 µg/kg dw olarak tespit edilmiştir (Ünlü & Alpar, 2018). İznik Gölü sedimanlarındaki Poliaromatik Hidrokarbonların konsantrasyonları düşük ve orta derecededir. Gölde PAH kirliliği, yüksek sıcaklıktaki pirolitik işlemlerin atmosferik girdisinin ve derelerin taşıdığı petrojenik kaynakların bir karışımıdır (Ünlü vd., 2010). İznik Gölü'nün sedimentlerinde yapılan bir çalışmada toplam petrol hidrokarbon konsantrasyonunun düşük ila orta düzeyde olduğu kaydedilmiştir (Öztürk vd., 2007).

Karadeniz'e akan Türkiye nehirlerinin yüzey suyunda petrol kirliliğinin belirlendiği bir çalışmada en yüksek petrol kirliliği miktarı (µg/L) 2005 yılında Filyos: 253,16, Sakarya: 484,96, Yesılırmak: 628,20 ve Kızılırmak: 721,63 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca bu nehirlerin yüzey suyundan elde edilen toplam petrol miktarı 2005-2007 yılları arasında 3466,77 ton olarak bildirilmiştir (Güven & Çoban, 2012).

Sakarya Nehri'nde yapılan bir çalışmada yüzey sularında en yüksek toplam petrol hidrokarbon düzeyi 2008 yılında 45,38 µg/L, 2009 yılında ise 8,43 µg/L olarak kaydedilmiş ve Karadeniz'e taşınan petrol kirliliği yükünün 254,13 ton/yıl olduğu bildirilmiştir (Balcıoğlu & Öztürk, 2009).

Van Gölü sediment örneklerinde hidrokarbon bileşenlerinin araştırıldığı bir çalışmada petrol kirliliği 4,69 µg/g olarak kaydedilmiştir. Bileşen analizinde tespit edilen alifatik ve aromatik grup bileşikleri ortamda petrol hidrokarbonlarının olduğunu göstermiştir (Güven vd., 2004).

Sapanca Gölü yüzey sularında gerçekleştirilen çalışmada toplam petrol hidrokarbon analizlerinden elde edilen TPH konsantrasyonları en yüksek 26,47 en düşük 1,67 µg/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen yüksek TPH değeri, Nisan 2007'de Maşukiye Deresi yakınında devrilen tankerden sızan petrolün göl kıyı sularını kirletmesi ile ilişkilendirilmiştir (Altuğ, 2008a). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre Sapanca Gölü üzerinde petrol kirliliği baskısının devam ettiği gözlemlenmiştir.

Petrol, ekosistemde dökülme ile direkt olarak etkili olurken, motorlu taşıtlarda yanma sonucu eksozdan çıkarak havadaki partiküllere bağlanan hidrokarbon grupları yağmur suları ile tekrar sisteme karışarak indirekt olarak etkili olurlar (Güven, 2005; Altuğ, 2008a). Bu açıdan bakıldığında Sapanca Gölü NATO petrol taşıma hattı ve çevresinden geçen oto yollar nedeni ile kontrol altına alınması zor, dağınık kirlilik kaynaklarına sahiptir.

Sapanca Gölü yüzey sularında tespit edilen TPH konsantrasyonları, yüksek kirlilik seviyesi olarak tanımlayabileceğimiz derecede yüksek bulunmuştur. Sapanca Gölü'nde petrol hidrokarbon kaynaklarını yönetmek, önlemek veya hatta en aza indirmek, su kirlenmesini, dökülmeyi ve kirlilik yükünü artıran diğer ilgili faaliyetleri kontrol etmek için daha detaylı izleme çalışmalarının yapılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçaalan, R., Albay, M., Gürevin, C. & Çevik, F. (2007).** The influence of environmental conditions on the morphological variability of phytoplankton in an oligo-mesotrophic Turkish lake. *Annales De Limnologie - International Journal of Limnology*, **43**(1), 21-28. <https://doi.org/10.1051/limn/2007024>
- Akçaalan, R., İşinibilir, M., Gürevin, C. & Sümer, A. (2011).** A New Contribution of Biodiversity of Sapanca Lake: *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880 (Cnidaria: Hydrozoa). *Journal of FisheriesSciences.com*. **5**(1), 43-46. Doi: 10.3153/jfscom.2011005.
- Akçaalan, R., Köker, L., Gürevin, C. & Albay, M. (2014).** *Planktothrix rubescens*: a perennial presence and toxicity in Lake Sapanca. *Turkish Journal of Botany*. **38**, 782-789. Doi: 10.3906/bot-1401-26.
- Akcaalan, R., Albay, M., Koker, L., Baudart, J., Guillebault, D., Fischer, S., Weigel, W. & Medlin, L.K. (2018).** Seasonal dynamics of freshwater pathogens as measured by microarray at Lake

- Sapanca, a drinking water source in the north-eastern part of Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, **190**:42. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6314-7>
- Akkoyunlu, A. & Akiner, M.E. (2012).** Pollution evaluation in streams using water quality indices: A case study from Turkey's Sapanca Lake Basin. *Ecological Indicators*, **18**, 501-511 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.12.018>
- Akkoyunlu, A. & Ileri, R. (2003).** Evaluation of eutrophication process in Lake Sapanca (Sakarya, Turkey). *International Journal of Environment and Pollution*, **19**(6), <https://doi.org/10.1504/IJEP.2003.004340>
- Aktas, N.K. & Donmez, N.Y. (2019).** Effects of Urbanisation and Human Activities on Basin Ecosystem: Sapanca Lake Basin. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, **20**(1), 102-112.
- Albay, M., Akcaalan, R., Tufekci, H., Metcalf, J.S., Beattie, K.A. & Codd, G.A. (2003).** Depth profiles of cyanobacterial hepatotoxins (microcystins) in three Turkish freshwater lakes. *Hydrobiologia*, **50**, 89-95. <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000007297.29998.5f>
- Altuğ, G., Yardımcı, C.H., Okgerman, H. & Tarkan, S.A. (2006).** Levels of bacterial metabolic activity, indicator (*Coliform*, *Escherichia coli*) and pathogen bacteria (*Salmonella* spp.) in the surface water of Sapanca lake, Turkey. *Journal of Black Sea / Mediterranean Environment*, **12**, 67-77.
- Altuğ, G., Çardak, M., Çiftçi, P.S. & Gürün, S. (2007).** Petrol hidrokarbonlarının ölüdeniz lagünü ve Marmara Denizi'nden izole edilen bazı bakteriler üzerinde minimum inhibisyon konsantrasyonları (Mic). *Ulusal Su Günleri*, 16-18 Mayıs 2007, Antalya, Türkiye, 761-766.
- Altuğ, G. (2008a).** Sapanca Gölü'nde bakteriyolojik kirlilik ve bakteriyel metabolik aktivite. Ed. H. Okgerman, G. ALTUĞ. *Sapanca Gölü'ne Bilimsel Açıdan Bakış*. TÜDAV Yayınları. No: 28. P: 132-139.
- Altuğ, G. (2008b).** Sapanca Gölü'nde petrol kirliliği. Ed. H. Okgerman, G. ALTUĞ. *Sapanca Gölü'ne Bilimsel Açıdan Bakış*. TÜDAV Yayınları. No: 28. 156-161.
- Altuğ, G. & Okgerman, H. (2008).** Levels of Some Toxic Elements in the Surface Sediment and Some Biota from the Sapanca Lake, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **17**(1), 24-28. Doi: 10.10007/s10661-008-0183-z.
- Altuğ G., Gürün S., Yüksel B. & Memon A.R. (2011).** The Investigation of Oil Degrading Capacity of Bacterial Strains Isolated From Different Environments In Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, **20**, 886-893.
- Altuğ G., Gürün S., Yüksel B. & Memon A.R. (2012).** Oil Hydrocarbon Degradation Effects of Some Bacteria Isolated From Various Environments in Turkey. *First National Workshop on Marine Biotechnology and Genomics*, 24-25 Mayıs 2012, Muğla, Türkiye, 10-25.
- Ansari, N., Hassanshahian, M. & Ravan, H. (2018).** Study the Microbial Communities' Changes in Desert and Farmland Soil After Crude Oil Pollution. *International Journal of Environmental Research*, **12**(3), 391-398. <https://doi.org/10.1007/s41742-018-0099-6>
- Arman, H., Ileri, R., Dogan, E. & Eren, B. (2009).** Investigation of Lake Sapanca water pollution, Adapazari, Turkey. *International Journal of Environmental Studies*, **66**(5), 547-561. Doi: 10.1080/00207230902842776
- Ates, A. & Demirel, H. (2019).** Investigation of heavy metal accumulation in Sapanca Lake sediment by using pollution indices. *Desalination and Water Treatment*, **152**, 328-337.
- Aykulu, G., Albay, M., Akcaalan, R., Tüfekçi, H. & Aktan, Y. (2006).** Species composition, abundance and seasonality of phytoplankton in a moderately deep Turkish Lake. *Beiheft zur Nova Hedwigia*, **130**, 325-338.
- Aykulu, G., Karabatak M., Albay, M., Okgerman, H. & Akcaalan, R. (1999).** Sapanca Gölü'nde Fitoplankton ve Zooplankton Tür Kompozisyonu ve Su Kalitesi ile İlişkileri, İ.Ü. Araştırma Fonu Proje Geliştirme Sonuç Raporu.
- Balcioğlu, E.B., Gönülal, O., Güreşen, S.O., Aksu, A. & Öztürk, B. (2018).** Comparison and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the entrance and the exit of the Turkish Straits System (TSS), *Marine Pollution Bulletin*, **136**, 33-37. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.066>
- Balcioğlu, E.B., Aksu, A., Çağlar, N. & Öztürk, B. (2017).** Origin and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819) of the Turkish Straits System, *Polycyclic Aromatic Compounds*, **1**, 12-20. <https://doi.org/10.1080/10406638.2017.1354035>
- Balcioğlu, E.B. (2016a).** Potential effects of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in marine foods on human health: a critical review. *Toxin Reviews*, **35**, 98-105. <https://doi.org/10.1080/15569543.2016.1201513>
- Balcioğlu, E.B. (2016b).** Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) of Prince Islands, Marmara Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **109**, 640-642. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.05.019

- Balcioğlu, E.B., Aksu, A., Balkis, N. & Öztürk B. (2014).** T-Pah Contamination in Mediterranean Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819) at Various Stations of The Turkish Straits System, *Marine Pollution Bulletin*, **88**, 344-346. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.08.034>
- Balcioğlu, E.B. & Öztürk, B. (2009).** Oil pollution in the surface water of Sakarya River. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **15**, 99-108.
- Bildaci, I., Ünlü, S. & Güven, K.C. (2000).** Oil Pollution of Eastern Mediterranean Sea, South of Turkey. *Turkish Journal of Marine Sciences*, **6**(1), 1-7.
- BP Statistical Review of World Energy. (2018).** Full Report. 67th Edition. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (Erişim Tarihi: 15.01.2019).
- Clark RB (1997)** *Marine pollution*, 4th edn. Claredon, Oxford, p 270
- Cumalı, S. & Güven, K.C. (2008).** Oil pollution of Golden Horn seawater. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **14**, 15-23.
- Çiftçi, P.S. & Altuğ, G. (2010).** A Study on The Degradation Ability of The Bacteria Isolated From The Sea of Marmara in Oil Hydrocarbons, Turkey. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **39**, 346.
- Çiftçi Türetken, P.S., Altuğ, G., Çardak, M. & Güneş, K. (2018).** Oil Hydrocarbon Degradation Capability of Bacterial Strains Isolated from the Sapanca Lake, Turkey. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*. **21**(4), 535-544. <https://dx.doi.org/10.18016/ksudobil.344593>
- Çiftçi Türetken, P.S., Altuğ, G., Çardak, M. & Gunes, K. (2019).** Bacteriological quality, heavy metal and antibiotic resistance in Sapanca Lake, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. **191**, 469. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7588-8>
- Duman, F., Aksoy, A. & Demirezen, D. (2007).** Seasonal Variability of Heavy Metals in Surface Sediment of Lake Sapanca, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, **133**, 277-283. Doi: 10.1007/s10661-006-9580-3
- El-Gendy, N.S. & Moustafa, Y.M. (2007).** Environmental Assessment of Petroleum Hydrocarbons Contaminating Temsah Lake, Suez Canal, Egypt. *Oriental Journal of Chemistry*, **23**(1), 11-26.
- EPA (1999).** *Toxicological Profile for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)*. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp123.pdf> (Erişim Tarihi: 02.01.2019).
- Ercan, E., Gaygusuz, Ö., Tarkan, A.S., Reichard, M. & Smith, C. (2013a).** The Ecology of Freshwater Bivalves in The Lake Sapanca Basin, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **37**, 730-738 doi:10.3906/zoo-1212-23.
- Ercan, E., Gaygusuz, Ö. & Tarkan, A.S. (2013b).** Sapanca Gölü'nde İstilacı Özellik Gösteren Bir Yerel Tür: *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **28**, 141-151.
- Güven, K.C. & Çoban, B. (2012).** Oil input of surface water of the Turkish rivers flow to the Black Sea in 2005-2007. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **18**(2), 128-133.
- Güven, K.C., Nesimigil, N., Cumalı, S., Yalçın, A. & Çoban, B. (2010).** Oil pollution level in sea water and sediments of Turkish Straits (Bosphorus, Sea of Marmara, Dardanelles) and Golden Horn during 2004-2007. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **16**(3), 253-283.
- Güven, K.C. (2005).** *Deniz Kirliliği* (Güven, K.C. ve B. Öztürk, Eds). TÜDAV Yayınları No:21, 1-46.
- Güven, K.C., Öztürk, B., Ünlü, S., Görgün, M. & Hanilci, N. (2004).** Investigation on the Sediment of Lake Van, Turkey I-Oil Content. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **10**, 173-186.
- Güven, K.C. & Ilgar, R. (2002).** Oil and Detergent Pollution on Coastal Areas of Dardanelles in 1996-1997. *Turkish Journal of Marine Science*, **8**, 3-8.
- Güven, K.C., Ünlü, S., Bildaci, I. & Doğan, E. (1998).** An Investigation on the Oil Pollution of the Eastern Mediterranean Coast of Turkey. *Turkish Journal of Marine Science*, **4**, 51-60.
- Güven, K.C., Günday, H., Okuş, E., Ünlü, S., Doğan, E., Gezgin, T. & Burak, S. (1997).** Oil Pollution of Izmit Bay. *Turkish Journal of Marine Science*, **3**, 1-10.
- Güven, K.C., Yazıcı, Z., Ünlü, S., Okuş, E. & Doğan, E. (1996).** Oil Pollution on Sea Water and Sediments of Istanbul Strait, Caused by Nassia Tanker Accident. *Turkish Journal of Marine Science*, **2**, 65-89.
- Güven, K.C., Ünlü, S., Okuş, E. & Doğan, E. (1995).** Oil Contamination of *Mytilus galloprovincialis* After Nassia Accident. *Turkish Journal of Marine Science*, **1**(2/3), 67-79.
- Ileri, R. (1996).** Investigation of effect of Kinali-Sakarya motorway (TEM) in rainy weathers on Lake Sapanca. *Symposium on Conservation Water Resources and Management, Istanbul Water and Sewage Administration (ISKI), Istanbul, Turkey* (in Turkish).
- Ileri, R., Sumer, B., Gezbul, H. & Senol, E. (1997).** Sapanca gölüne mevsimsel besin maddesi yüklenmesinin Araştırılması. *Sakarya University Journal of Science* **1**, 1-8.
- IEPECA-IOGP. (2015).** *Oil spills: inland response Good practice guidelines for incident management and emergency response personnel*. United Kingdom.
- Karacoban, Z., Altundag, H., Dundar, M.S., Ates, A., Gungor, M.A. & Altundag, S. (2017).**

- Determination of Heavy Metals in Sapanca Lake, Turkey, with Microwave Assisted Digestion and ICP-MS Methods. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(11), 6720-6726.
- Morkoç, E., Tuğrul, S., Öztürk, M., Tüfekçi, H., Egesel, L., Tüfekçi, V., Okay, O.S. & Legovic, T. (1998).** Trophic Characteristics of the Sapanca Lake (Turkey). *Croatica Chemica Acta*, **71**(2), 303-322.
- Moustafaa, Y.M. (2004).** Contamination by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Some Egyptian Mediterranean Coasts. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, **2**(1), 15-24.
- Okgerman, H. (2005).** Seasonal Variations in the Length-weight Relationship and Condition Factor of Rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.) in Sapanca Lake. *International Journal of Zoological Research*, **1**, 6-10.
- Öztürk, B., Altuğ, G., Çardak, M. & Çiftçi, P.S. (2007).** Oil pollution in surface water of the Turkish side of the Aegean and Eastern Mediterranean Seas. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **13**, 207-214.
- Öztürk, K., Ünlü, S., Alpar, B. & Vardar, D. (2007).** Hydrocarbon pollution in sediments from Lake Iznik (Turkey), determined by fluorescence technique. General Assembly of the European Geosciences Union 2007, *Geophysical Research Abstracts*, **9**, EGU 2007-A-03882, HS25-1TH3P-0261.
- Özuluğ, M., Tarkan, A.S., Gaygusuz, Ö. & Gürsoy, Ç. (2007).** Two new records for the fish fauna of lake Sapanca basin (Sakarya, Turkey). *Journal of FisheriesSciences.com*, **1**, 152-159.
- Parsons, T.R., Maita, Y. & Laili, C.M. (1984).** *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Pergamon Press, Oxford 173.
- Sisman, İ., Imamoglu, M. & Aydin, A.O. (2002).** Determination of heavy metals in roadside soil from Sapanca Area Highway, Turkey. *International Journal of Environment and Pollution*, **17**(4), Doi: 10.1504/IJEP.2002.000674
- Suratman, S., Tahir, M.N. & Latif, M.T. (2012).** A Preliminary Study of Total Petrogenic Hydrocarbon Distribution in Setiu Wetland, Southern South China Sea (Malaysia). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **88**, 755-758. <https://doi.org/10.1007/s00128-012-0574-2>
- Tanık, A., BAYKAL, B.B., Gönenç, E., Meric, S. & Öktem, Y. (1998).** Effect and Control of Pollution in Catchment Area of Lake Sapanca, Turkey. *Environmental Management*, **22**(3), 407-414.
- Tarkan, A.S., Özuluğ, M., Gaygusuz, Ö., Gürsoy Gaygusuz, Ç. & Saç, G. (2009).** Length-Weight Relationships of Six Freshwater Fishes From Small Streams Flowing Into Lake Sapanca, NW Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, **25**, 230-231. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01201.x>
- UNEP/IOC/IAEA (1992)** Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Reference methods for Marine Pollution Studies 20, UNEP, 75pp
- Ünlü, S. & Alpar, B. (2018).** Spatial distribution and sources of BTEX and TPH contamination in freshwater sediments from Lake Iznik, NW Turkey. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, **5**(3), 304-313. Doi: 10.30897/ijgeo.450811
- Ünlü S., Alpar B., Öztürk K. & Vardar, D. (2010).** Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in the surficial sediments from Lake Iznik, Turkey: Spatial distributions and source. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **85**(6), 573-580 Doi: 10.1007/s00128-010-0134-6
- Yalçın, N. & Sevinç, V. (2001).** Heavy Metal Contents of Lake Sapanca. *Turkish Journal of Chemistry*, **25**, 521-525.
- Yang, R., Zhang, G., Li, S., Moazeni, F., Li, Y., Wu, Y., Zhang, W., Chen, T., Liu, G., Zhang, B. & Wu, X. (2019).** Degradation of crude oil by mixed cultures of bacteria isolated from the Qinghai-Tibet plateau and comparative analysis of metabolic mechanisms. *Environmental Science Pollution Research*. **26**, 18-34. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3718-z>
- Yılmaz, N. & Aykulu, G. (2010).** An Investigation on The Seasonal Variation of The Phytoplankton Density on The Surface Water of Sapanca Lake, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, **42**(2), 1213-1224.

*Corresponding author's:

Pelin Saliha ÇİFTÇİ TÜRETKEN

İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, 34134, İstanbul, Türkiye.

✉E-mail: pciftci@istanbul.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4377-1628>

Tel : 0(212) 455 57 00 / 16454

GSM: 0(535) 223 59 50

Fax : 0(212) 514 03 79

Arsenic Uptake and Depuration by Red Swamp Crayfish, *Procambarus clarkii*

Kenan GEDİK^{1,2*}

Manoch KONGCHUM³

Ronald D. DELAUNE²

¹ Vocational School of Technical Sciences, Recep Tayyip Erdogan University, 53100, Rize, Turkey

² College of the Coast and Environment, Wetland Biogeochemistry, Department of Oceanography and Coastal Sciences, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA

³ H. Rouse Caffey Rice Research Station, Louisiana State University Agricultural Center, Rayne, LA, USA

*  <https://orcid.org/0000-0001-8244-6935>,

 <https://orcid.org/0000-0003-1671-5302>,

 <https://orcid.org/0000-0002-9023-9917>

Received date: 19.06.2019

Accepted date: 05.08.2019

How to cite: Gedik, K., Kongchum, M. & DeLaune, R.D. (2019). Arsenic Uptake and Depuration by Red Swamp Crayfish, *Procambarus clarkii*. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2),

Atf yapmak için: Gedik, K., Kongchum, M. & DeLaune, R.D. (2019). Kırmızı Bataklık Kerevitinde (*Procambarus clarkii*) Arsenik Alımı ve Depürasyonu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2)

Abstract: Arsenic (As) is a metalloid and one of the most hazardous elements in the environment. Paddy rice field, which can contain elevated levels of arsenic, also have importance in crayfish production in Louisiana (USA) where crayfish/rice rotation farming is a common application. Such that, in the US, 95% of the total production of crayfish is carried out in Louisiana, and a large portion is consumed there. In this study, arsenic accumulation and depuration in the tissues of crayfish (*Procambarus clarkii*) exposed to different As concentrations were determined. For this purpose, crayfish were exposed to 3 different concentrations of As (0.2, 0.8 and 2 mg As L⁻¹) for 14 days and then kept in As free water for following 14 days. Arsenic concentrations were determined in crayfish tissues (gill, muscle, exoskeleton, hepatopancreas) during both the accumulation (1, 3, 7 and 14th days) and depuration (15, 17, 21, and 28th days) phases. During the accumulation period, arsenic concentration in the tissues was found to increase proportionally with time and exposure concentrations: gill > hepatopancreas > exoskeleton > muscle. During this period, however, the arsenic concentration in the tissues did not reach the equilibrium. In the depuration phase, arsenic elimination varied ranging between 54.63-87.91% in the hepatopancreas, 42.69 to 74.21% in the gills, 35.56-73.55% in the exoskeletons and 26.75-49.84% in the muscles.

Keywords: Accumulation, bioconcentration factor, elimination, kinetic.

Kırmızı Bataklık Kerevitinde (*Procambarus clarkii*) Arsenik Alımı ve Depürasyonu

Öz: Arsenik (As) bir metaloitir ve çevredeki en tehlikeli elementlerden biridir. Yüksek seviyelerde arsenik içerebilen çeltik tarlaları, Louisiana'da (ABD) kerevit/pirinç rotasyonu ile yaygın bir uygulama ile kerevit üretiminde de önemli bir yere sahiptir. Öyle ki, ABD'de toplam kerevit üretiminin %95'i Louisiana'da gerçekleştirilir ve burada büyük bir kısmı tüketilir. Bu çalışmada, farklı As konsantrasyonlarına maruz bırakılan kerevit (*Procambarus clarkii*) dokularında arsenik birikimi ve atılımı belirlenmiştir. Bu amaçla, kerevitler 14 gün boyunca 3 farklı As (0,2; 0,8 ve 2 mg As L⁻¹) konsantrasyonuna maruz bırakılmış ve daha sonra 14 gün boyunca arseniksiz suda tutulmuştur. Arsenik konsantrasyonları kerevit dokularında (solungaç, kas, dış iskelet, hepatopancreas) hem birikim (1, 3, 7 ve 14. günler) hem de depürasyon (15, 17, 21 ve 28. günler) fazlarında belirlendi. Birikim fazında, dokulardaki arsenik konsantrasyonunun zaman ve maruz kalma konsantrasyonları ile orantılı olarak arttığı bulunmuştur: solungaç > hepatopancreas > dış iskelet > kas. Ancak bu dönemde, dokulardaki arsenik konsantrasyonu dengeye ulaşmamıştır. Depürasyon aşamasında arsenik eliminasyonu hepatopancreasta % 54,63-87,91; solungaçlarda % 42,69 – 74,21; dış iskelette % 35,56-73,55 ve kaslarda % 26,75-49,84 arasında değişmiştir.

Anahtar sözcükler: Birikim, biyokonsantrasyon faktörü, eliminasyon, kinetik.

INTRODUCTION

Aquatic ecosystems can be contaminated with agricultural and industrial activities (especially mining) urban wastewater and natural resources. If metal and metalloid levels in the aquatic environments exceed a certain limit value, living organisms in this environment and ultimately human health can be adversely affected (Mandal & Suzuki, 2002; Gedik et al., 2017a; Gedik et al., 2018).

Arsenic (As), a metalloid, is one of the most abundant (20th) and toxic element in nature and it enters the environment in two main ways: natural processes and anthropogenic activities. In general, arsenic concentration is below $10 \mu\text{g L}^{-1}$ in natural waters, but this value ranges from $0.02\text{-}7900 \mu\text{g L}^{-1}$ in rivers, $<0.2\text{-}21000 \mu\text{g L}^{-1}$ in wetlands, ponds and lakes (Mandal & Suzuki, 2002; Azizur Rahman & Hasegawa, 2012). As categorized as a carcinogen for humans (group 1) by International Agency of Research on Cancer (IARC) and has been declared to be largely taken by contaminated drinking water and nutrients (IARC, 2012).

The carcinogenicity of As has therefore led to widespread arsenic detections in rice and rice paddy fields, which are the main nutrients of the world population (Meharg et al., 2009). The paddy fields, one of the largest rice-producing states in the US, contain some As through anthropogenic and natural sources. These paddy fields in Louisiana are also used for the production of crayfish besides rice agriculture (Gedik et al., 2017b). Approximately 95 % (61 000 tons) of total crayfish production in the USA is conducted in Louisiana, of which approximately 70 % is consumed again in this region (McClain et al., 2007; LSAN, 2106). However, human health can be severely affected by excessive consumption of crayfish caught or aquacultured from As contaminated wetlands.

Crayfish have often been used as bioindicators by researchers to determine the bioavailability of metalloids in the aquatic environment, due to its ability to tolerate harsh environmental factors and represent a higher position in the nutrient pyramid for determining biomagnification. Crayfish also have no strict diet choices and can be easily detectable in the aquatic environment. Accumulation of metal(loid)s in crayfish tissues have been studied by numerous research groups (Knowlton et al., 1983; Devesa et al., 2002; Alcorlo et al., 2006; Gedik et al., 2017b). In addition, studies have shown that crayfish rapidly accumulate and depurate Cu, Pb, Zn, and Cd (Naqvi & Howel, 1993; Naqvi et al., 1998; Guner, 2010; Neelam et al., 2010; Soadirini et al., 2012). Current research is mostly based on estimating risks that may affect human health by determining the concentrations of arsenic in foodstuffs. However, there is limited work on As accumulation in crayfish tissues from the water (Naqvi et al., 1990). Therefore, the aim at the present study was to determine the accumulation and depuration of As in the crayfish tissues exposed to different As concentrations.

MATERIAL AND METHODS

Red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) used to determine accumulation and elimination of As in tissues was obtained from a farm representing a monoculture strategy in Crowley, south-central Louisiana, USA (Gedik et al., 2017b). Crayfish were $4.30\pm 1.58 \text{ g}$ mean weights and $5.96\pm 0.78 \text{ cm}$ mean lengths. All crayfish were acclimated to the laboratory environment in the aquariums filled with tap water at $21\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ for daily with 12 hours' light/dark period for a total of 12 days. Thereafter, crayfish were placed in the aquariums containing different concentrations arsenic solutions prepared using KH_2AsO_4 (0.2, 0.8 and 2 mg As L^{-1} ; Figure 1). Temperature and pH of water were measured during the experiment using pH meter (Accuameter AP62).

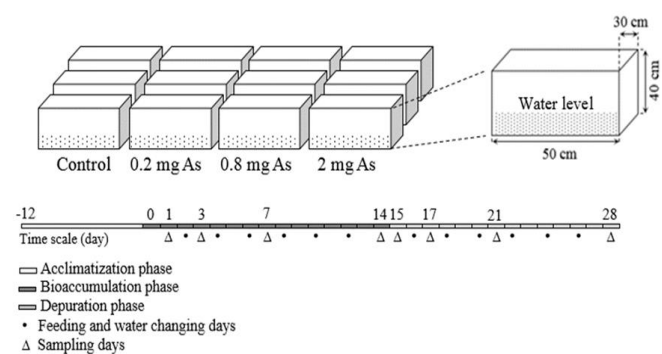


Figure 1. Experimental setup and sampling diagram.

Thirty crayfish were placed in each aquarium and tap water was used as a control group. Three crayfish were taken from each aquarium on days 1, 3, 7 and 14. After a certain period of feeding, solutions at the same concentrations were prepared and replaced every two days to be able to eliminate the changes in the concentrations and pollution of the solution (Figure 1). To check the As concentrations of solutions, water was also sampled after preparing a fresh solution. At the end of the bioaccumulation phase (day 14), the solutions were removed from the aquariums and replaced with tap water (5 l) go for the elimination phase. During the elimination phase, the same procedure (crayfish and water sampling, feeding and water changing) were carried out (Figure 1). Water samples were filtered through $0.45 \mu\text{m}$ pore size (\varnothing) filters and stored at $4 \text{ }^\circ\text{C}$ until analysis for arsenic (EPA, 1994). The tissues (exoskeleton, hepatopancreas, gill, and muscle) were dissected from sampled crayfish and dried in the oven ($< 40 \text{ }^\circ\text{C}$) for constant weight. Then, the dried samples were homogenized. A part of homogenized samples was placed into Teflon digestion vessels (MarsXpress, CEM). After that concentrated nitric acid (Suprapur 65 % EMD Millipore #100441) were added depending on digested samples weight and then the samples were digested for 30 minutes using microwave digestion unit (MARS 5, CEM) at $200 \text{ }^\circ\text{C}$ (Gedik et al., 2017b). After digestion, samples were allowed to cool in the fume hood and transferred to tubes. The samples were diluted with ultrapure water and then kept at $4 \text{ }^\circ\text{C}$ until

analysis. Oyster tissue (1566b) from the National Institute of Standards and Technology was used as standard reference material for controlling the digestion results. Recoveries ranges for arsenic from SRM were calculated as 92–96 %. Arsenic concentrations in the samples were detected by ICP-OES (Spectro Arcos, Germany). The Blanks and certified samples were run during each analysis for checking quality control of ICP-OES measurements. All experiment was performed three times. Digested tissues values were calculated based on a dry weight basis (mg kg^{-1} DW).

Data Analysis

Firstly, data were checked using normality and equal variance test. Secondly, two-way ANOVA was used to determine the effect of solutions have a different arsenic level and exposure time on the arsenic level in different tissues. These tests were performed using SigmaPlot 13 software (Chicago, USA).

The uptake and elimination of arsenic in red swamp crayfish tissues were calculated using first-order kinetics model decelerated by OECD Test Guideline 305 (2012). Calculation of elimination and uptake rates values were given as follows equation:

$$C_{cf} = C_w \times \frac{k_1}{k_2} \times (1 - e^{-k_2 t}) \text{ when } 0 < t < t_c \quad (1)$$

Where C_{cf} : concentration in crayfish at time t (mg kg^{-1}),
 C_w = concentration in water during the uptake phase (mg L^{-1}),
 k_1 = uptake rate ($1 \text{ kg}^{-1} \text{ day}^{-1}$),
 k_2 = depuration rate (day^{-1}),
 t = time (days),
 t_c = time at the end of the uptake phase (days).

RESULTS AND DISCUSSION

Water temperature and pH values ranged between 20.8-21.2 °C and 7.16-7.21, respectively during the study. During the accumulation and elimination of As in crayfish tissues, these changes were not found to be statistically significant. The mean weight of crayfish used was 4.30 ± 1.58 g before exposure experiment, increasing to the 4.45 ± 1.03 g ($n=27$) after 28 days. Similar weight increase trend was detected in the control group as the mean weight of crayfish used in this group (tap water conditions) was 4.40 ± 1.86 g and increased to 4.94 ± 1.54 g after the same period of time ($n=12$). Although there was detected to be a weight increase in crayfish samples after 28 days, it was found that there was no statistically significant difference between the groups.

When the samples taken from different concentrations of arsenic solutions (0.2, 0.8, and 2 mg L^{-1}) were tested, arsenic levels were found to be 0.19 ± 0.01 , 0.78 ± 0.02 and $1.98 \pm 0.04 \text{ mg L}^{-1}$, respectively. In the control

group, the amount of arsenic was below the detection limit ($< 2.0 \mu\text{g L}^{-1}$). Changes in arsenic concentrations in the crayfish tissues sampled from the control group during the experimental period were not statistically significant different ($p > 0.05$).

The changes in the arsenic levels during bioaccumulation and elimination phases in the tissues of crayfish sampled on days 1, 3, 7, 14, 15, 17, 21 and 28, which are exposed to different arsenic concentrations, are given in Figure 2. Arsenic accumulation in all the tissues increased during the bioaccumulation phase (0-14 days). Arsenic accumulation reached the highest level on the day 14 and decreased during the elimination phase (15-28 days) (Figure 2). The As values were calculated to be 4.70 mg kg^{-1} , 11.39 mg kg^{-1} , and 18.24 mg kg^{-1} in the gill tissues, 0.76 mg kg^{-1} , 1.61 mg kg^{-1} and 2.76 mg kg^{-1} in the muscle tissues, 3.27 mg kg^{-1} , 6.40 mg kg^{-1} and 8.71 mg kg^{-1} in the hepatopancreas and finally 1.43 mg kg^{-1} , 1.43 mg kg^{-1} and 2.80 mg kg^{-1} in the skeleton of crayfish exposed to 0.2, 0.8, 2 mg L^{-1} arsenic concentrations, respectively. In the present study, the temporal variations of the arsenic values determined in the crayfish samples taken at days 1, 3, 7 and 14 exposed to different arsenic concentrations through 14 days were significant ($p < 0.05$). Neelam et al., (2010) determined that the optimum accumulation level for Cu and Zn which are among the essential metals is 32-52 ppm, but for the non-essential element Pb, the accumulation rate increased proportionally to the solution concentration. Knowlton et al., (1983), Naqvi et al., (1990) and Guner, (2010) have also determined that the metal levels in the solution are important for the accumulation of metals which is not essential for the crayfish metabolism. In this study the highest arsenic value was measured in samples exposed to 2 mg L^{-1} arsenic solution at the end of 14 days. Anderson et al., (1997) and Naqvi et al., (1990) was reported that the maximum accumulation was found to be in the gills of crayfish exposed to metal and metalloid solutions. In this study, the level of arsenic accumulated in the tissues of crayfish exposed to solutions which have different arsenic concentrations was in the order of $G > H > E > M$. The temporal variation of measured As values were significant ($p < 0.05$) in samples taken on days 1, 3, 7 and 14 from crayfish kept in tap water to determine arsenic depuration. At the end of the elimination period (14 days), it was detected that the arsenic levels in the crayfish tissues were changed with different arsenic concentrations besides different tissues. Arsenic depuration was found to vary from 42.69 to 74.21 % in the gills, 26.75-49.84 % in the muscles, 54.63-87.91 % in the hepatopancreas and finally 35.56-73.55 % in the exoskeletons. Data obtained in our study was in parallel with the results for the arsenic elimination of studies regarding arsenic, cadmium and lead elimination in crayfish (Naqvi et al., 1990; Naqvi et al., 1993; Guner, 2010; Soedarini et al., 2012).

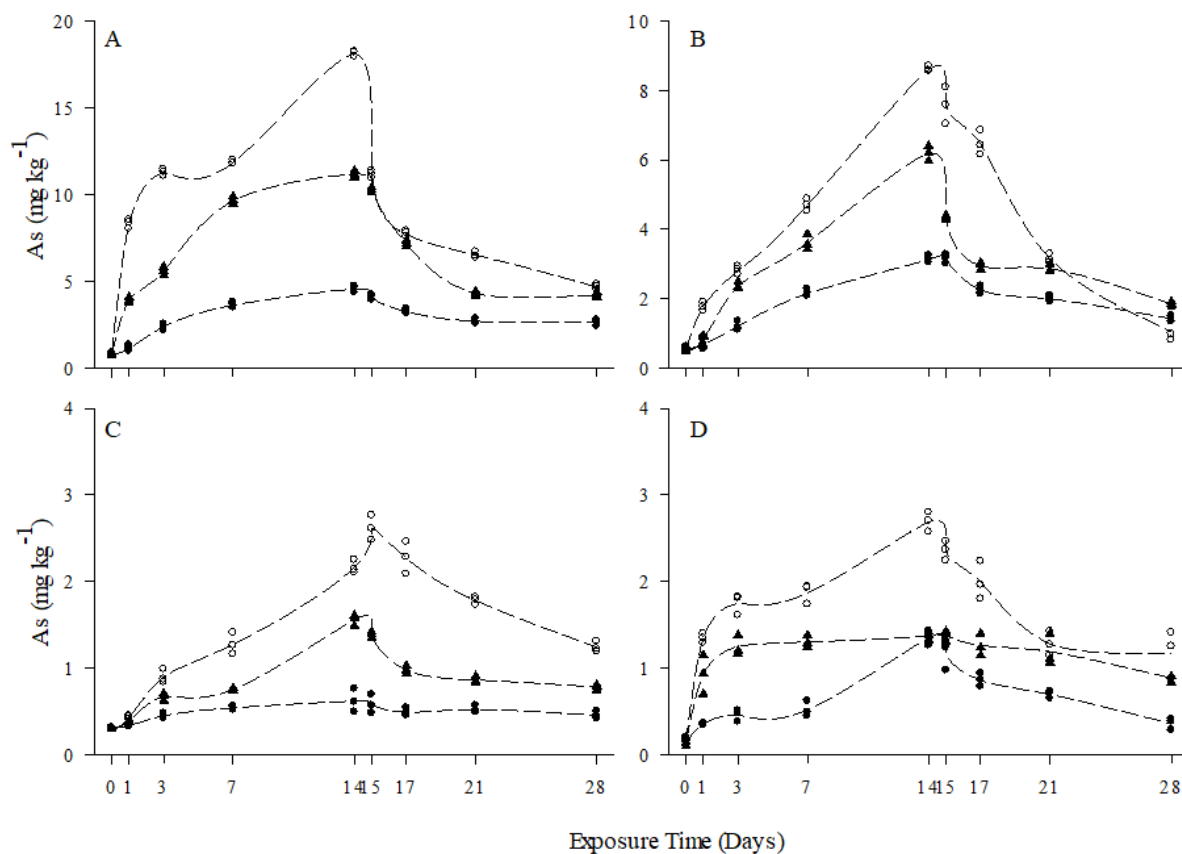


Figure 2. Accumulation and elimination of arsenic in crayfish tissues. Each data point represents a measurement of an individual crayfish (dry weight). A: gill, B: hepatopancreas, C: muscle, D: exoskeleton. Symbols (\bullet , \blacktriangle , \circ) indicate the different crayfish groups exposed to 0.2, 0.8, 2 mg As L⁻¹, respectively. The crayfish were exposed to the As solutions from days 0 to 14 (accumulation), and transferred to the tap water days starting on the 14th to 28th (elimination), ($n=3$).

The first order kinetic model was used to calculate the uptake and elimination of arsenic in red swamp crayfish tissues. Firstly, elimination rate (k_2) values were obtained using plot of $\ln(C_{cf})$ against time for the elimination phase and then checked r^2 values confirmed (OECD, 2012) that the depuration follows first-order kinetics in this case except for the r^2 value for the 0.2 mg L⁻¹ muscle tissue is low (Table 1). Then, uptake rate values were calculated for each time (1, 3, 7, and 14 days) using Equation 1. These values are given in Table 1. Data show that k_1 values were generally fluctuating with increasing exposure time except for gill and exoskeleton tissues which are directly contacted with water. Bioconcentration factors (BCF) also were estimated as the ratio of the As uptake (k_1) and elimination rates (k_2) for crayfish tissues exposed to As at different concentrations (Table 1). The maximum BCF value (74.47 l kg⁻¹) was calculated in gill tissue, while the minimum was in muscle tissue (1.88 l kg⁻¹). In addition, the growth dilution was also calculated to eliminate the errors for BCF that might be caused by the increase in crayfish weights during the experiment. Therefore, growth dilutions were obtained using the plot of $\ln(1 / \text{Crayfish weight (kg)})$ against time. Growth dilution rates were calculated as 0.0079, 0.0037, and 0.0011 for 0.2, 0.8, 2 mg L⁻¹ exposure groups, respectively. Then, growth corrected BCF were calculated and given in Table 1.

It was determined that the effect of growth dilution rates on BCF was varied between 0.62 % and 43.9 %. Since the fluctuations or apparent decline in k_1 values were detected as the time progresses in the uptake phase, the data did not fit to first order kinetics model. Calculated BCF and k_1 values for different crayfish tissues were in the order of gill > hepatopancreas > exoskeleton > muscle (Table 1). Anderson et al., (1997) reported that the gills in crayfish are in direct interaction with the water to support ion and gas exchange. That might be the reason for the arsenic levels in the gills of crayfish exposed to different arsenic concentrations were found higher than that of other organs. In addition, different physiological processes have occurred in hepatopancreas and it contains metal-binding proteins, hence metal(loid)s are stored in this tissue. (Alcorlo et al., 2006; Soedarini et al., 2012; Gedik et al., 2017b). Bioconcentration factor is generally used by researchers in bioavailability studies conducted under controlled conditions (Weisbrod et al., 2007; Soedarini et al., 2012). The decrease in the BCF values in the crayfish was found to be proportional to the increase in the arsenic concentration in the exposed solutions based on the BCF values calculated for As in the crayfish tissues. Soedarini et al., (2012) has been reported that the BCF value is inversely correlated to the crayfish body size and the metal concentration in the exposed solution.

Table 1. Arsenic uptake (k_1), elimination (k_2) rates and bioconcentration factor (BCF) in different tissues of the crayfish (*Procambarus clarkii*) calculated using first-order kinetics model

Time (Days)	Calculated k_1 (L kg ⁻¹ day ⁻¹)			k_2 (day ⁻¹)			Kinetic BCF (L kg ⁻¹)			Kinetic BCF growth corrected (L kg ⁻¹)		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
	G				0.038	0.073	0.082					
1	1.80	4.06	3.19	(0.75)	(0.80)	(0.80)	47.37	55.62	38.90	59.80	58.33	39.43
3	2.83	2.23	1.97				74.47	30.55	24.02	94.02	32.04	24.35
7	2.31	2.02	1.04				60.79	27.67	12.68	76.74	29.02	12.86
14	1.74	1.48	1.04				45.79	20.27	12.68	57.81	21.26	12.86
M				0.018	0.046	0.048						
1	0.17	0.11	0.06	(0.33)	(0.75)	(0.88)	9.44	2.39	1.25	16.83	2.58	1.28
3	0.25	0.16	0.11				13.89	3.48	2.29	24.75	3.76	2.35
7	0.18	0.09	0.08				10.00	1.96	1.67	17.82	2.11	1.71
14	0.13	0.15	0.09				7.22	3.26	1.88	12.87	3.52	1.92
H				0.057	0.073	0.155						
1	0.83	0.37	0.66	(0.92)	(0.83)	(0.98)	14.56	5.07	4.26	16.90	5.32	4.29
3	1.20	0.85	0.47				21.05	11.64	3.03	24.44	12.21	3.05
7	1.40	0.70	0.49				24.56	9.59	3.16	28.51	10.06	3.18
14	1.34	0.81	0.71				23.51	11.10	4.58	27.29	11.64	4.61
E				0.092	0.032	0.061						
1	1.06	0.99	0.62	(0.94)	(0.82)	(0.79)	11.52	30.94	10.16	12.60	34.62	10.35
3	0.59	0.48	0.29				6.41	15.00	4.75	7.02	16.78	4.84
7	0.36	0.23	0.15				3.91	7.19	2.46	4.28	8.04	2.50
14	0.76	0.14	0.14				8.26	4.38	2.30	9.04	4.90	2.34

G: gill, M: muscle, H: hepatopancreas, E: exoskeleton. L: 0.2 mg L⁻¹, M: 0.8 mg L⁻¹, H: 2 mg L⁻¹ As exposure concentration, BCF=(k_1/k_2), R² values is given in parentheses.

Results of two-way analysis of variance examined time of exposure and concentrations of the arsenic accumulation in the different tissues of crayfish. According to the analysis, it was determined that the effect of time and concentration differences on the arsenic accumulation in tissues, not only time and different concentration but also interaction between time and arsenic exposure, was significant for crayfish tissues (Table 2).

Table 2. Results of two-way ANOVA for the effect of time and arsenic exposure concentration on the arsenic accumulation levels in different tissues of crayfish (*Procambarus clarkii*).

Dependent variable	As exposure	Time	As*Time	R ²
As in gill	p<0.05	p<0.05	p<0.01	0.99
As in muscle	p<0.01	p<0.05	p<0.05	0.98
As in hepatopancreas	p<0.05	p<0.01	p<0.01	0.99
As in exoskeleton	p<0.01	p<0.01	p<0.01	0.98

CONCLUSION

The results of this study showed crayfish maintained in different concentrations of arsenic solutions. The highest arsenic level in crayfish tissue was measured at the end of the longest exposure period (14th day) for crayfish kept in the solution with the highest amount of arsenic (2 mg L⁻¹).

Depuration of arsenic from crayfish tissues was found to vary from 26.75 % to 87.91 %.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the Council of Higher Education of Turkey for supporting Kenan Gedik.

REFERENCES

- Alcorlo, P., Otero, M., Crehuet, M., Baltanas, A. & Montes, C. (2006). The use of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*, Girard) as indicator of the bioavailability of heavy metals in environmental monitoring in the River Guadiamar (SW, Spain). *Science of the Total Environment*, **366**, 380-390.
- Anderson, M.B., Reddy, P., Preslan, J.E., Fingerman, M., Bollinger, J., Jolibois, L., Maheshwarudu, G. & George, W.J. (1997). Metal accumulation in crayfish, *Procambarus clarkii*, exposed to a petroleum-contaminated Bayou in Louisiana. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **37**, 267-272.

- Azizur Rahman, M. & Hasegawa, H. (2012).** Arsenic in freshwater systems: Influence of eutrophication on occurrence, distribution, speciation, and bioaccumulation. *Applied Geochemistry*, **27**, 304-314.
- Devesa, V., Sùñer, M.A., Lai, V.W.M., Granchinho, S.C.R., Martínez, J.M., Vélez, D., Cullen, W.R. & Montoro, R. (2012).** Determination of arsenic species in a freshwater crustacean *Procambarus clarkii*. *Applied Organometallic Chemistry*, **16**, 123-132.
- EPA. 1994.** Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. Environmental Monitoring Systems Laboratory Office of Research And Development U.S. Environmental Protection Agency. Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring Systems Laboratory, Cincinnati, Ohio, USA, 57p.
- Gedik, K., DeLaune, R.D., Kongchum, M. & Gambrell, R.P. (2017a).** Physicochemical factors controlling stability of toxic heavy metals and metalloids in wetland soils and sediments. In: J. Rinklebe, A.S. Knox, M.H. Paller (Eds), *Trace Elements in Waterlogged Soils and Sediments*, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gedik, K., Kongchum, M., DeLaune, R.D. & Sonnier, J.J. (2017b).** Distribution of arsenic and other metals in crayfish tissues (*Procambarus clarkii*) under different production practices. *Science of the Total Environment*, **574**, 322-331.
- Gedik, K., Terzi, E. & Yesilcicek, T. (2018).** Biomonitoring of metal(oid)s in mining-affected Borcka Dam Lake coupled with public health outcomes. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, Doi: 10.1080/10807039.2018.1443390.
- Guner, U. (2010).** Cadmium bioaccumulation and depuration by freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*. *Ekoloji*, **19**, 23-28.
- IARC. (2012).** A review of human carcinogens. c. metals, arsenic, fibres and dusts. WHO Press. Lyon, France.
- Knowlton, M.F., Boyle, T.P. & Jones J.R. (1983).** Uptake of lead from aquatic sediment by submersed macrophytes and crayfish. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **12**, 535-541.
- LSAN. 2016.** Louisiana Summary Agriculture and Natural Resources http://www.lsuagcenter.com/~media/system/f/7/d/5/f7d55ad7acd132356d5969cb360afd51/2016%20ag%20summary_finalpdf.pdf. Accessed 20 June 2017.
- Mandal, B.K. & Suzuki, K.T. (2002).** Arsenic round the world: a review. *Talanta*, **58**, 201-235.
- McClain, W.R., Romain, R.P., Lutz, C.G. & Shirley, M.G. (2007).** Louisiana Crawfish Production Manual. Louisiana State University Agriculture Center and Louisiana Crawfish Production Board Publication, Baton Rouge, Louisiana.
- Meharg, A.A., Williams, P.N., Adomako, E., Lawgali, Y.Y. Deacon, C., Villada, A., Cambell, R.C., Sun, G., Zhu, Y.G., Feldmann, J., Raab, A., Zhao, F.J., Islam, R., Hossain, S. & Yanai, J. (2009).** Geographical variation in total and inorganic arsenic content of polished (white) rice. *Environmental Science & Technology*, **43**, 1612-1617.
- Naqvi, S.M. & Howell, R.D. (1993).** Toxicity of cadmium and lead to juvenile red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, and effects on fecundity of adults. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **51**, 303-308.
- Naqvi, S.M., Devalraju, I. & Naqvi, N.H. (1998).** Copper bioaccumulation and depuration by red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **61**, 65-71.
- Naqvi, S.M., Flage, C.T. & Hawkins, R.L. (1990).** Arsenic uptake and depuration by red crayfish, *Procambarus clarkii*, exposed to various concentrations of monosodium methanearsonate (MSMA) herbicide. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **45**, 94-100.
- Neelam, V., Hardaway, C.J., Richert, J.C. & Sneddon, J. (2010).** A laboratory controlled study of uptake of copper, lead, and zinc in crawfish (*Procambrus clarkii*) by inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Analytical Letters*, **43**, 1770-1779.
- OECD. 2012.** Test No. 305: Bioaccumulation in Fish: Aqueous and Dietary Exposure, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/2074577x>
- Soedarini, B., Klaver, L., Roessink, I., Widianarko, B., Van Straalen, N.M. & Van Gestel, C.A.M. (2012).** Copper kinetics and internal distribution in the marbled crayfish (*Procambarus* sp.). *Chemosphere*, **87**, 333-338.
- Weisbrod, A.V., Burkhard, L.P., Arnot, J., Mekenyan, O., Howard, P.H., Russom, C. & Boethling, R. (2007).** Workgroup Report: Review of Fish Bioaccumulation Databases Used to Identify Persistent, Bioaccumulative, Toxic Substances. *Environmental Health Perspectives*, **115**, 255-261.

*Corresponding author's:

Doç. Dr. Kenan GEDİK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, TBMYO, 53100, Rize, Türkiye.

✉E-mail: kenan.gedik@erdogan.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8244-6935>

Phone : +90 (464) 228 00 22-2188

Fax : +90 (464) 228 00 25

Serological Investigation of Q Fever in Anatolian Buffaloes

Timur GULHAN¹ Mehmet TUTUNCU² Murat GUZEL² Merve Gizem SEZENER¹ Alper CIFTCI^{1*}
Yunus KILICOGLU³ Volkan Enes ERGUDEN¹ Serhan AKGOZ¹ Banur BOYNUKARA⁴

¹Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Ondokuz Mayıs, Samsun, Turkey

²Department of Internal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, University of Ondokuz Mayıs, Samsun, Turkey

³Samsun Veterinary Control Institute, Samsun, Turkey

⁴Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Namik Kemal, Tekirdag, Turkey

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4798-1427>, ²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4354-6620>, ³ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5534-8985>,

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0487-7515>, ^{1*}ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8677>, ³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6788-9284>,

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2215-2868>, ¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5130-7120>, ⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2967-213X>

Received date: 14.05.2018

Accepted date: 09.07.2019

How to cite: Gulhan, T., Tutuncu, M., Guzel, M., Sezener, M.G., Ciftci, A., Kilicoglu, Y., Erguden, V.E., Akgöz, S. & Boynukara, B. (2019). Serological Investigation of Q Fever in Anatolian Buffaloes. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 338-343.

Atf yapmak için: Gulhan, T., Tutuncu, M., Guzel, M., Sezener, M.G., Ciftci, A., Kilicoglu, Y., Erguden, V.E., Akgöz, S. & Boynukara, B. (2019). Anadolu Mandalarında Q Fever Hastalığının Serolojik Olarak Araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 338-343.

Abstract: Buffaloes as in other animals have been demonstrated to play a role in certain diseases transmitted to susceptible animals and human populations. In this study, serum samples were collected from Anatolian Buffaloes in breeding Samsun and around were examined for Q Fever. For this purpose, 184 sera were analyzed with commercial ELISA test kit. Totally 29 (15.8%) were determined positive for Q Fever from examined 184 serum samples. Serum samples obtained from Anatolian Buffaloes were examined first time in terms of serologically in our region respect to Q Fever. As a result, the data provided within the scope of the research indicate a Q Fever seropositivity level that could pose a risk for our indigenous buffalo population. We concluded that the data obtained from this study can constitute a resource to similar studies in our region. The epidemiology of the disease can be elaborated in the light of studies that will be carried out with more comprehensive researches in our region.

Keywords: Anatolian buffalo, ELISA, Q fever, sera.

Anadolu Mandalarında Q Fever Hastalığının Serolojik Olarak Araştırılması

Öz: Mandaların, diğer hayvanlarda olduğu gibi bazı hastalıkların duyarlı hayvan popülasyonlarına ve insanlara bulaştırılmasında rol oynadıkları ortaya konulmuştur. Bu çalışmada, Samsun ili ve ilçelerinde yetiştiriciliği yapılan Anadolu Mandalarına ait kan serum örnekleri Q fever hastalığı yönünden incelendi. Bu amaçla, 184 kan serumu ticari bir ELISA kiti ile test edildi. İncelenen 184 serum örneğinin 29 (%15.8)'u Q fever hastalığı açısından seropozitif bulundu. Bu araştırma ile bölgemizde ilk kez Anadolu Mandalarına ait serum örnekleri Q fever yönünden serolojik olarak incelendi. Sonuç olarak, proje kapsamında sağlanan veriler bölgemiz manda popülasyonu için risk oluşturabilecek düzeyde Q fever seropozitifliğine işaret etmektedir. Yürütülen araştırmadan elde edilen verilerin, yöremizde yapılacak benzer çalışmalara kaynak teşkil edebileceği kanısına varıldı. Bölgemizde daha kapsamlı projelerle gerçekleştirilecek araştırmalar ışığında hastalığın epidemiyolojisi detaylı bir şekilde ortaya konulabilecektir.

Anahtar sözcükler: Anadolu mandası, ELISA, Q fever, serum.

conditions and were delivered to the Department of Veterinary Microbiology of the University of Ondokuz Mayıs. The serums that separated and centrifuged from blood samples were collected in sterile Eppendorf tubes and stored at -36 °C until used in ELISA tests.

Table 1. The centers and the numbers of collected serum samples of the Anatolian buffaloes.

Center	Numbers of Anatolian buffaloes	Numbers of collected serum
Bafra	6972	100
Alacam	1936	42
Ondokuz Mayıs	1116	42
Total	10 024	184

ELISA: A commercial ELISA kit (IDEXX Q-Fever test, IDEXX Laboratories, USA) was used in the examination of blood serums collected from Anatolian buffaloes in terms of IgG antibodies against *C. burnetii* phase I and phase II antigens. The test was carried out according to the manufacturer's recommendations. Briefly, 100 µl of 1:1400 diluted serum samples were added to plate wells which were coated with *C. burnetii* antigen and the plates were incubated at 37 °C for 60 minutes. At the end of the incubation time, the wells were washed for 3 times, 100 µl of antiruminant IgG conjugate added into the wells and were waited 60 minutes under the same conditions. The wells were washed for 3 times, 100 µl of TBM substrate was added to each well and the plates were incubated at room temperature for 15 minutes. At the end of the incubation time, stop solution was added to the wells and the reaction was terminated. The plates were placed on the ELISA reader at 450 nm and the results were obtained from ELISA reader. The evaluation was performed with positive and negative controls provided in the test content. Two positive and negative controls were included in each plate. The optical density (OD) of positive control and negative control were set not to exceed 2000 and 0.500, respectively and the difference between positive and negative controls was set to $0.300 \geq$. The OD value was calculated by the following formula.

$$\text{OD\%} = \frac{\text{OD sample} - \text{OD negative}}{\text{OD positive} - \text{OD negative}} \times 100$$

The results were considered positive if the OD > 40% and negative if the OD < 30%. If the OD was between 30-40%, the results were considered suspicious and the test was repeated.

RESULTS

In 184 blood serum samples which were examined within the scope of the research, 29 (15.8%) were Q fever seropositive and 155 (84.2%) were seronegative. The distribution of ELISA test results according to the centers where serum samples were provided is presented in Table 2.

Table 2. Distribution of ELISA test results by centers of the collected sera.

Center	Number of sera	ELISA positive (%)	ELISA negative (%)
Ondokuz Mayıs	42	10 (23.8)	32 (76.2)
Alacam	42	9 (21.4)	33 (78.6)
Bafra	100	10 (10)	90 (90)
Total	184	29 (15.8)	155 (84.2)

DISCUSSION

Buffaloes can carry many pathogenic agents as in other animals (El-Mahallawy et al., 2012), and these agents play a role in the transmission of some diseases to susceptible animal populations and humans (Pradeep et al., 2017). *Brucella*, *Chlamydia* and *Coxiella* species are considered to be responsible for cases of abort/weak offspring seen in buffalo populations (Didugu et al., 2016). Isolations of agents, allergic skin tests, molecular and serological techniques are used for diagnosis of Q fever disease. For the isolation of the agent of zoonotic diseases, high-security level laboratories are needed (Natale et al., 2012). The allergic skin test is used as a pre-vaccination screening test. It has been reported to have disadvantages like the skin test requires experience, the cut-off value is not well defined and can give various results (Schoffelen et al., 2013). A variety of techniques are used in the molecular identification of the agent as a vector in ticks (Ghashghaei et al., 2017), and especially from various materials of aborted animals, such as PCR, dot immunoblotting, Western blotting, indirect haemolysis test (Khalifa et al., 2016; Abdel-Moein & Hamza, 2017).

Different methods are preferred for serological diagnosis in animals at various stages of the disease, such as indirect immunofluorescence (IFA), complement fixation (CFT), microagglutination, gamma interferon (IFN-γ), capillary agglutination test (CAT) and ELISA. It is reported that serological diagnosis is easier to apply and lower cost than other diagnostic methods (Lucchese et al., 2016). It has been shown that, in these techniques, ELISA is superior to other techniques in terms of sensitivity and specificity (Rizzo et al., 2016). It is especially preferred in epidemiological studies aimed at field screening (Lyo et al., 2017). The epidemiological studies that can reveal the state of Q fever disease in buffaloes are limited. According to recent literature, the prevalence of Q fever in the buffaloes ranged from 0-34.5%. In a study conducted in Pakistan in order to determine the seroprevalence of different species of Q fever disease (Ahmed, 1987), 26.8% (15/56) in humans, 4.6% in goats (3/65), 18.3% in sheep (11/60), in cattle 10.4% (4 / 35), 34.5% (19/55) in buffaloes and 18% (54/300) in rodents were detected as positive with complement fixation (CFT) technique. In a similar study (Adesiyun & Cazabon, 1996), 3 of 266 (1.1 %) chicken blood serum, 11 of 256 (4.3 %) cattle serum, 17 of 153 (11.1 %) of pig blood serum, 5 of 53 (9.4 %) buffalo serum were detected as positive with capillary

agglutination test (CAT) for *C. burnetii* agglutination while 16 sheep and 7 goat blood serum were negative. In a study conducted in Uganda (Kalema-Zikusoka et al., 2005), 42 samples of blood serum from free-living African buffaloes were all found negative for Q fever with IFA. Vaidya et al. (2010) reported in their study that for the agent isolation, PCR and serological diagnosis in cattle, sheep, goats and buffaloes with genital system disorder, the compare of the percentage of positivity tested by ELISA were 18.2% (6/33) in buffaloes, 11.4% (10/88) in cattle, 9.3% (4/43) in sheep and 5.7% (3/53) in goats. In a study conducted in Egypt (El-Mahallawy et al., 2012), 9 of 92 (9.8%) cattle blood serum samples and 2 of 92 (2.2%) buffalo serums were positive for Q fever by ELISA. In another study carried out in the same country (Nahed & Khaled, 2012), 18 of 55 (32.7%) sheep blood serum, 7 of 30 (23.3%) goat serum and 7 of 54 (13%) cattle serum were found seropositive for Q fever by ELISA while all of 45 buffalo blood serum tested was negative. Vongxay et al. (2012) reported in their study that aims regional scanning of Q fever disease by ELISA, seropositivity values were 3.3% (10/301) in cattle and 4.3% (26/604) in buffaloes. Horton et al. (2014) found that seropositivity rates of Q fever by ELISA were 4% (6/153) in buffaloes, 8% (14/174) in sheep and 70% (7/10) in camels. In another study (Douangneun et al., 2016) found that in 526 cattle blood serum taken for serological screening of abort agents in different animal species by ELISA, only 13 (1.2%) cattle blood serums were detected as seropositive for Q fever while 426 pigs, 130 buffaloes, and 6 goat blood serum were all negative. In a recent study in which Q fever disease was searched serologically in sheep and buffaloes in Iran (Karami Mirazizi et al., 2017), 47 of 137 (34.3%) goat serum were detected as positive while all of 135 buffalo blood serum samples tested were found to be seronegative. In a study conducted to determine the seropositivity of Q fever in different animal species in India (Pradeep et al., 2017), 5.6% (11/195) in goats, 1.9% (4/216) in sheeps, 1.1% in buffaloes (2/188) and 1% (2/206) in cattle were detected positive with ELISA. In a similar research (Klemmer et al., 2018) total of 2,699 blood samples investigated using ELISA and *Coxiella burnetii* specific antibodies were detected in 40.7% of camels (215/528), 19.3% of cattle (162/840), 11.2% of buffaloes (34/304), 8.9% of sheep (64/716) and 6.8% of goats (21/311), respectively.

In Turkey, there are studies conducted on a regional basis related to Q fever in humans and animal species such as cattle, sheep, and goat, the number of detailed studies for the detection of the disease seems to be very limited in buffaloes. In one of the studies on the serological diagnosis of Q fever disease in animals in our country 16.5% (59/356) in sheep, 13% (36/278) in goats, 16% in cattle (58/362) and 4% (2/49) in buffaloes seropositivity detected with CFT (Payzın, 1953). Gunaydın & Pekkaya (2016), conducted a study to determine

seropositivity of Q fever disease in buffalo population in Afyon and determined positivity in 8 (8.7%) of 92 buffalo blood serum samples they tested. The most important reasons for the limited work in buffaloes might be; localization of the buffaloes in specific geographic regions and the variation of the population from country to country. For these reasons, buffalo slaughter and consumption is less.

In this study, 29 (15.8%) of 184 buffalo blood sera collected from Bafra, Alacam and Ondokuz Mayıs districts of Samsun were found positive with commercial ELISA test kit. The total positivity rate determined in studied buffalo populations was higher than other studies with buffalo in our country (0,4, 4.1 and 8.7%). On the other hand, the rate of seropositivity determined in this study was found to be lower in buffaloes of some countries (Ahmed, 1987; Vaidya et al., 2010), but higher in others. Different seropositivity values obtained from the researches can be due to factors such as differences in the method used, the geographical distribution of sample population and individual differences in population. This situation can be seen in the study findings in the same country in previous years, and also in the reported values between different countries.

The presence, prevalence and carriage rates in the target animal populations of Q fever disease in serum samples of Anatolian buffaloes in Samsun province and its districts were examined for the first time in this study. Within the scope of the study, positivity were not detected in some serum samples obtained from Anatolian buffalo populations while in some populations were found to be high. Seropositivity was found to be 15.8% in total animal populations. It is remarkable that this ratio is higher than the values reported in previous years in our country. It is important that seropositivity of factor that has zoonotic importance is high in buffaloes.

Although it is known that *C. burnetii* infection in Turkey is enzootic in farm animals, there is not enough information about herd prevalence, frequency of infection and which animal species pose a risk to humans. Seropositivity/seroprevalence values determined in various animals in different studies vary according to years, animal population studied, region and applied screening test. Both in risk groups of occupational groups in different countries and in our region in neighboring provinces, detection of high rates of seropositivity against Q fever disease in humans is remarkable. Therefore, close monitoring of Q fever disease in animals of risk groups, assessment of the carriers in vector position, especially in ticks, and molecular and serological detection of the agent, especially in abortion animals, will make important contributions in epidemiological terms.

In conclusion, the data provided in this study indicate the presence of Q fever seropositivity level in our region which could pose a risk for the buffalo population. It is understood that, especially in buffalo populations, which

have abort cases or weak offspring and infertility problems, the disease should be considered as an important factor as causing other genital system disorders. Although this study has been conducted on a limited number of animals, the detection of *C. burnetii* antibodies in abortive buffaloes shows that there is contact with the agent. Therefore, the owners of the buffaloes which collected samples as part of the study were informed in detail about the disease. The epidemiology of the disease can be elaborated in the light of the more comprehensive research that will be carried out in our region.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was carried out within the scope of PYO.VET.1901.17.003 research project.

REFERENCES R

- Abdel-Moein, K.A. & Hamza, A. (2017).** The burden of *Coxiella burnetii* among aborted dairy animals in Egypt and its public health implications. *Acta Tropica*, **166**, 92-95.
- Adesiyun, A.A. & Cazabon, E.P.I. (1996).** Seroprevalences of brucellosis, Q-fever and toxoplasmosis in slaughter livestock in Trinidad. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux*, **49**(1), 28-30.
- Ahmed, I.P. (1987).** A serological investigation of Q fever in Pakistan. *Journal of Pakistan Medical Association*, **37**(5), 126-129.
- Ak, S. & Gulhan, T. (2018).** Isolation of enterococci species from Anatolian buffaloes and determination of antibiotic resistance. *Journal of Etlik Veterinary Microbiology*, **29**, 40-45.
- Anonymous (2018).** The distribution of Anatolian buffalo numbers in Turkey by province. <http://rapory.tuik.gov.tr/20-02-2018-11:47:01-24737139611988075961700884630.pdf> Date of access: 10.06.2019.
- Can, H.Y., Elmalı, M. & Karagoz, A. (2015).** Detection of *Coxiella burnetii* in cows', goats', and ewes' bulk milk samples using polymerase chain reaction. *Mljekarstvo*, **65**, 26–31.
- Cetinkol, Y., Enginyurt, O., Celebi, B., Yıldırım, A.A., Cankaya, S. & Aktepe, O.C. (2017).** Investigation of zoonotic infections in risk groups in Ordu University Hospital, Turkey. *Niger Journal of Clinical Practice*, **20**, 6-11.
- Cıkman, A., Aydin, M., Gulhan, B., Karakeçili, F., Özçicek, A. & Kesik, O.A. (2017).** The seroprevalence of *Coxiella burnetii* in Erzincan, Turkey: Identification of the risk factors and their relationship with geographical features. *Journal of Vector Diseases*, **54**, 157-163.
- De Rooij, M.M.T., Van Leuken, J.P.G., Swart, A., Kretzschmar, M.E.E., Nielen, M., De Koeijer, A.A., Janse, I., Wouters, I.M. & Heederik, D.J.J. (2019).** A systematic knowledge synthesis on the spatial dimensions of Q fever epidemics. *Zoonoses and Public Health*, **66**, 14-25.
- Didugu, H., Narasimha, R.C.E., Ramanipushpa, R.N., Ramaraju, S.S.B., Reddy, M.V. & Satyanarayana, M. (2016).** Serological investigation of chlamydial infection among ruminants in Krishna district of Andhra Pradesh, India. *Journal of Livestock Science*, **7**, 187-191.
- Douangneun, B., Theppangna, W., Soukvilay, V., Senaphanh, C., Phithacthep, K. & Phomhaksa, S. (2016).** Seroprevalence of Q fever, brucellosis, and bluetongue in selected provinces in Lao People's Democratic Republic. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **95**(3), 558-561.
- El-Mahallawy, H.S., Abou-Eisha, A.M. & Fadel, H.M. (2012).** *C. burnetii* infections in cattle and buffaloes and its public health significance. *Suez Canal Veterinary Medicine Journal*, **17**(2), 51-64.
- Ghashghaei, O., Nourollahi-Fard, S.R., Khalili, M. & Sharifi, H. (2017).** A survey of ixodid ticks feeding on cattle and molecular detection of *Coxiella burnetii* from ticks in Southeast Iran. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **41**, 46-50.
- Gulhan, T., Ciftci, A., Onuk, E.E. & Boynukara, B. (2016).** Detection of *Escherichia coli* O157:H7 from Anatolian Buffaloes in Samsun, Turkey, p. 136. *In Proceedings of 3rd International Congress VETIstanbul Group Bosnia and Herzegovina-2016*, 17-20 May, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.
- Gunaydin, E., Pekkaya, S., Mustak, K.M. & Dalkılıç, B. (2014).** Investigation of Q fever in Kilis and Shamil goats by ELISA and touchdown-PCR. *Journal of Ankara University Veterinary Faculty*, **61**, 161-165.
- Gunaydin, E. & Pekkaya, S. (2016).** Serologic and molecular investigation of Q fever on water buffalo in Afyon. *Van Veterinary Journal*, **27**(1), 17-19.
- Horton, K.C., Wasfy, M., Samaha, H., Abdel-Rahman, B., Safwat, S. & Fadeel, M.A. (2014).** Serosurvey for zoonotic viral and bacterial pathogens among slaughtered livestock in Egypt. *Vector-Borne Zoonotic Diseases*, **14**(9), 633-639.
- Kalema-Zikusoka, G., Bengis, R.G., Michel, A.L. & Woodford, M.H. (2005).** A preliminary investigation of tuberculosis and other diseases in African buffalo (*Syncerus caffer*) in Queen

- Elizabeth National Park, Uganda. *Onderstepoort Journal of Veterinary*, 72(2), 145-151.
- Karaca, M., Akkan, H.A., Cetin, Y., Keles, I., Tutuncu, M., Ozkan, C. & Tasal, I. (2009).** Studies on the determination of seroprevalence of Q fever in sheep in the Region of Van. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(10), 1925-1928.
- Karami, M.H., Pourmahdi, B.M., Garibi, D. & Haji, H.M.R. (2017).** Serological survey of Q fever in goats and buffaloes in Ahvaz region using the ELISA method. *Veterinary Clinical Pathology*, 11(41), 25-35.
- Khalifa, N.O., Elhofy, F.I., Fahmy, H.A., Sobhy, M.M. & Agag, M.A. (2016).** Seroprevalence and molecular detection of *Coxiella burnetii* infection in sheep, goats, and human in Egypt. *Journal of Microbiology, Biotechnology, and Food Sciences*, 2(1), 1-7.
- Klemmer, J., Njeru, J., Emam, A., El-Sayed, A., Moawad, A.A., Henning, K., Elbeskawy, M.A., Sauter-Louis, C., Straubinger, R.K., Neubauer, H. & El-Diasty, M.M. (2018).** Q fever in Egypt: Epidemiological survey of *Coxiella burnetii* specific antibodies in cattle, buffaloes, sheep, goats, and camels. *PLOS ONE*, 13(2), e0192188.
- Lucchese, L., Capello, K., Barberio, A., Ceglie, L., Guerrini, E., Zuliani, F., Mion, M., Stegeman, A., Rampazzo, E., Marangon, S. & Natale, A. (2016).** Evaluation of serological tests for Q fever in ruminants using the latent class analysis. *Clinical Research in Infectious Diseases*, 3(2), 1-5.
- Lyoo, K.S., Kim, D., Jang, H.G., Lee, S.J., Park, M.Y. & Hahn, T.W. (2017).** Prevalence of antibodies against *Coxiella burnetii* in Korean native cattle, dairy cattle, and dogs in South Korea. *Vector-Borne Zoonotic Diseases*, 20(20), 1-4.
- Nahed, H.G & Khaled, A.A. (2012).** Seroprevalence of *Coxiella burnetii* antibodies among farm animals and human contacts in Egypt. *Journal of American Science*, 8, 619-621.
- Natale, A., Bucci, G., Capello, K., Barberio, A., Tavella, A. & Nardelli, S. (2012).** Old and new diagnostic approaches for Q fever diagnosis: Correlation among serological (CFT, ELISA) and molecular analyses. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 35, 375-379.
- Nuhay, C. & Gülhan, T. (2017).** Determination of *Escherichia coli* O157:H7 in Anatolian buffaloes' feces in and around Samsun. *Journal of Etlik Veterinary Microbiology*, 28(1), 39-45.
- Office International Epizootica (OIE) (2018).** <http://www.oie.int/animal-health-in-the-World/animal-diseases/q-fever/>. Date of access: 06.03.2019.
- Payzın, S. (1953).** Epidemiological investigations on Q fever in Turkey, *Bulletin of the World Health Organization*, 9, 553-558.
- Pradeep, J., Stephen, S., Pooja, P., Akshayavardhini, A., Sangeetha, B. & Antony, P.X. (2017).** Coxiellosis in domestic livestock of Puducherry and Tamil Nadu: Detection of *Coxiella burnetii* DNA by polymerase chain reaction in slaughtered ruminants. *Veterinary World*, 10(6), 667-671.
- Rizzo, F., Vitale, N., Ballardina, M., Borromeo, V., Luzzago, C. & Chiavacci, L. (2016).** Q fever seroprevalence and risk factors in sheep and goats in northwest Italy. *Preventive Veterinary Medicine*, 130, 10-17.
- Schoffelen, T., Joosten, L.A.B., Herreman, T., de Haan, A.F.J., Ammerdorffer, A. & Rumke, H.C. (2013).** Specific interferon γ detection for the diagnosis of previous Q fever. *Clinical Infectious Diseases*, 56(12), 1742-1751.
- Vaidya, V.M., Malik, S.V.S., Bhilegaonkar, K.N., Rathore, R.S., Kaur, S. & Barbuddhe, S.B. (2010).** Prevalence of Q fever in domestic animals with reproductive disorders. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 33, 307-321.
- Vongxay, K., Conlan, J.V., Khounsy, S., Dorny, P., Fenwick, S. & Thompson, R.C.A. (2012).** Seroprevalence of major bovine-associated zoonotic infectious diseases in the Lao People's Democratic Republic. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12(10), 861-866.

***Corresponding author's:**

Prof. Dr. Alper ÇİFTÇİ

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

✉E-mail: aciftci@omu.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-8677>

Tel.: +90 362 3121919-1450

Fax: +90 362 4576922

Erkek Lepistes (*Poecilia reticulata* Peters, 1859) Balıklarında Farklı Şiddette Oluşturulan Su Akıntısının Canlı Ağırlık, Toplam Boy ve Kuyruk Uzunluklarına Etkisi

Çetin YAĞCILAR^{1*} Mehmet YARDIMCI¹

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Değirmenaltı Kampüsü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ
*<https://orcid.org/0000-0002-4683-820X>, <https://orcid.org/0000-0001-5650-437X>

Received date: 03.07.2019

Accepted date: 19.08.2019

Atf yapmak için: Yağcılar, Ç. & Yardımcı M. (2019). Erkek Lepistes (*Poecilia reticulata* Peters, 1859) Balıklarında Farklı Şiddette Oluşturulan Su Akıntısının Canlı Ağırlık, Toplam Boy ve Kuyruk Uzunluklarına Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 344-347.

How to cite: Yağcılar, Ç. & Yardımcı M. (2019). The Effect of Different Intensity Water Flow on the Live Weight, Total Length and Tail Length in Male Guppies. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 344-347.

Öz: Bu çalışmada, *Poecilia reticulata* erkek lepistes balıklarında 140 lt cam akvaryumlarda farklı şiddette oluşturulan yüzey akıntısının canlı ağırlık, toplam boy ile kuyruk en ve boy uzunluklarına olan etkileri araştırılmıştır. Araştırma, her birinde 60 balık bulunan 3 ayrı grup üzerinde yürütülmüş olup, gruplar yüzey akıntısı içermeyen bir kontrol grubu akvaryumu ile 550 l sa⁻¹ ve 880 l sa⁻¹ debiyeye sahip motor içeren iki deneme grubundan oluşmuştur. Balıklarda alınan vücut ölçülerine ilaveten kullanılan suya ait ölçümler de kaydedilmiştir. Araştırmada elde edilen bulgular, akvaryum ortamında oluşturulan su akıntısının, erkek lepistes balıklarında canlı ağırlık, toplam boy ve kuyruk uzunluklarında belirgin şekilde artışa yol açtığını göstermiş ve böylece dişi ve erkek balıkların eş zamanlı olarak büyütülerek, piyasaya sunulabilmesine olanak sağladığını ortaya koymuştur.

Anahtar sözcükler: Canlı ağırlık, kuyruk uzunluğu, *Poecilia reticulata*, toplam boy, yüzey akıntısı.

The Effect of Different Intensity Water Flow on the Live Weight, Total Length and Tail Length in Male Guppies

Abstract: In this study, the effects of different surface water flow rates were investigated on live weight, total length and tail width and length of *Poecilia reticulata* male guppies in 140 l glass aquariums. The research was carried out on 3 different groups, each containing 60 fish. The groups consisted of a control group without surface discharge and two treatment groups with a motor flow rate of 550 l h⁻¹ and 880 l h⁻¹. In addition to body measurements taken in fish, measurements of water used were also recorded. The findings of the study showed that the water flow created in the aquarium environment resulted in a significant increase in live weight, total length and tail length in male guppy fishes, thus allowing the female and male fish to be grown simultaneously and presented to the market.

Keywords: Live weight, tail length, *Poecilia reticulata*, total length, surface flow.

GİRİŞ

Akvaryum balığı endüstrisi, Dünya çapında süs balıklarının doğadan toplanması, ıslahı, ithalat ve ihracatı olarak yaklaşık 120'den fazla ülkeyi kapsamaktadır. FAO verilerine göre, sektör ekonomisinin 2011 yılında yaklaşık olarak 330 milyon Amerikan doları ve sektörde satışı yapılan balık sayısının da yaklaşık olarak 1.5 milyar olduğu tahmin edilmektedir. Bazı sanayi kaynaklarının gerçek ticaret rakamlarının ise FAO'daki tahminlere nazaran %30-40 daha fazla olduğu sanılmaktadır. Son 20 yılın ihracat rakamlarına göre sektör sürekli büyüme göstermektedir (Anonim, 2019).

Poecilia reticulata, dünya'daki tatlı su akvaryum balıkları arasında süs balığı yetiştiriciliğinde en çok talep gören balıklardan birisidir. Lepistes aynı zamanda "milyon balık" olarak da isimlendirilir. Renk deseniyle karakterize edilmiş birçok çeşit mevcuttur (Elsah vd., 2018). Lepistes, *Poeciliidae* ailesinin küçük bir üyesi olup dişileri 4-6 santimetre, erkekleri ise 2.5-3.5 santimetre uzunluğa sahiptir. Canlı doğuran olarak isimlendirilen bu balıklar, genellikle her doğumda 20 ile 40 civarında yavru doğururlar. Bu rakam kimi zaman 150 adete kadar da çıkabilmektedir (Sudha vd., 2014).

Lepistes balıklarında erkek bireyler, dişilere göre daha uzun kaudal yüzgeçlere sahiptir. Erkek balıklardaki uzun kuyruk, dişi balıklar için eş seçiminde önemli bir özellik olup, çiftleşme başarısına önemli katkıda bulunmaktadır (Karino vd., 2006; Karino & Urano, 2008).

Nicoletto, (1996) cam akvaryumlarda yüksek veya düşük su akış hızlarında lepistes balıkların gelişimleri izlenmiştir. Dişi ve erkek, toplam 72 balığın incelendiği bu çalışmada, yüksek hızlı erkeklerin daha uzun boy ve ağırlık ortalamasına, daha fazla yüzme hızı ile daha geniş kuyruk yüzgeçlerine sahip oldukları ve dişilerin ilgisini daha fazla çektikleri gözlenmiştir. Araştırmada varılan sonuç, farklı düzeylerdeki su hızının, erkek bireylerin kuyruklarının büyümesinde dolaylı bir artışa neden olduğu ve dişiler üzerinde olumlu cinsel tepkiye neden olduğu yönünde olmuştur.

Lepistes balıklarının (*Poecilia reticulata*, Peters 1859) dişileri, üreme için daha büyük kuyruklu erkekleri seçmektedirler (Bischoff vd., 1985), ancak daha uzun kuyruklu erkekler daha zayıf yüzme performansı sergilemektedir (Karino vd., 2006). Yüzme performansı (doğal seleksiyon) ve kur başarısı (cinsel seleksiyon) arasında bir denge olduğunu belirtilmiştir (Hockley vd., 2013).

Bu araştırmada, akvaryum ortamında oluşturulan su akıntısının, erkek lepistes balıklarında canlı ağırlık, toplam boy, kuyruk uzunluğu ve genişliği üzerinde etkisinin incelenmiş ve özellikle kuyruk genişliğinin standart yetiştirme koşullarına göre piyasanın talep ettiği büyüklüğe daha kısa sürede ulaşip ulaşmadığı ve dolayısıyla satışa hazır hale gelip gelmediği değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Balık Materyali: Araştırma, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Su Ürünleri ve Hastalıkları laboratuvarında yürütülmüştür. Laboratuvarda yapılan araştırmada akıntının canlı ağırlık ve kuyruk uzunluğu üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla erkek yarı-siyah lepistesler kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan balıklar, laboratuvarda üretilmekte olan 45 günlük yaştaki anaçlardan elde edilmiştir. Rastgele örnekleme yöntemiyle her bir deneme grubu için 60'ar adet olarak seçilen toplam 180 balığın ortalama canlı ağırlık değerleri 0.27 ± 0.01 g ve uzunlukları 2.69 ± 0.03 cm olarak tespit edilmiştir. Araştırmaya başlamadan önce adaptasyon için balıklar bir hafta süreyle akvaryumlarda akıntı verilmeden tutulmuştur. Lepistesler, rasgele örnekleme ile kontrol (grup 1), düşük debi (grup 2) ve yüksek debi (grup 3) gruplarına bölünmüş; daha sonra ise her grup, her biri 30 adet balıktan oluşan iki alt gruba bölünerek, 140 lt ($100 \times 35 \times 45$) cm hacme sahip 6 adet cam akvaryumda $26-28$ °C 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık olarak uygulanan fotoperiyotta tutulmuşlardır. Balıklar hem adaptasyon, hem de deneme başlangıcından sonuna kadar ticari pelet yemle (Bioaqua 300-500 mikron) günde dört kez yemlenmişlerdir.

Deneme Planı (Protokolü): Denemede kontrol grubu dışında 2 farklı tip yüzey akıntısı oluşturacak olan akvaryum iç filtre sistemi kullanılmıştır. Bu yüzey akıntıları grup 1 (yüzey akıntısı yok), 550 l sa^{-1} (grup 2) ve 880 l sa^{-1} (grup 3) debiye sahip motorlar ile sağlanmıştır.

Araştırmada her bir akvaryumda filtre sistemi için iki adet pipo filtre kullanılmıştır. Deneme süresinde her üç günde bir akvaryumlarda biriken atıklar sifonlanarak akvaryumla aynı sıcaklık derecesine sahip su ile su değişimi yapılmıştır.

Deneme sırasında balıklarda toplam boy uzunluğu, kuyruk genişliği ve uzunluğu 0.1 mm hassasiyetli cetvel yardımıyla, canlı ağırlık ise kern marka 0.01 gr hassasiyetli terazi ile ölçülmüştür. İlk ölçümleri takip eden diğer ölçümler, 20'şer gün aralıklarla toplam 3 kez yapılmış olup, ölçüm sırasında balıkların herhangi bir strese girmelerini önlemek amacıyla 1 mg l^{-1} karanfil yağı anestezi madde olarak kullanılmıştır.

Deneme akvaryumlarında haftalık 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. Aynı zamanda akvaryumlardaki yüzey akıntısının ölçümü günlük olarak kontrol edilip kaydedilmiştir. Bu ölçüm basit bir şekilde akvaryumun motor kısmından başlayıp akıntı yardımıyla ortalama ağırlığı 1.20 g olan standart bir 0.5 lt'lik pet su şişe kapağının 80 cm mesafedeki karşı cam duvara kaç saniyede iletildiği esas alınarak ölçülmüştür. Hız ölçümlerinden elde

edilen bulgular, farklı debilerde su akıntısı oluşturan motorların oluşturduğu su akıntı hızlarının da istatistiksel anlamda farklı olduğunu ortaya koymuştur. Fazla debiye sahip akvaryumda (880 l sa⁻¹) pet su şişe kapağının karşı cam duvara varma süresinin (2.4 sn), düşük debiye (550 l sa⁻¹) sahip akvaryumdan (3.8 sn) daha kısa olduğu tespit edilmiştir.

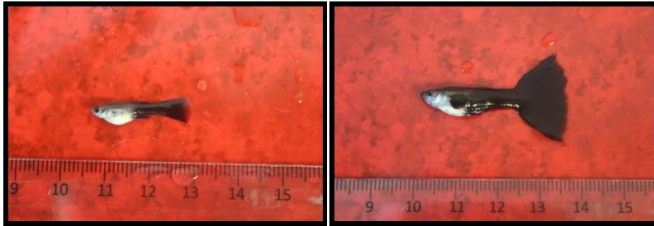
Araştırmada kaydedilen suya özgü ölçümleri, su ürünleri ve hastalıkları laboratuvarında günlük yapılan su değerlerinin ölçümleri lepistes balıklarının gerek üreme gerekse beslenme koşullarına uygun bulunmuştur. Araştırmada Yerel Etik Kurulu ilkelerine uyulmuştur.

Deneme sırasındaki ölçülen su kalite değerlerinden tuzluluk 312.6 ppm, TDS 500.8 ppm, iletkenlik 620.4 µS, akvaryum sıcaklığı 27.7°C, ortam sıcaklığı 28.3°C, ortam nemi 59.3, pH 8.1 ve Oksijen 9.0 olarak kaydedilmiştir.

İstatistiksel analizler: Analizlerden elde edilen verilerin istatistik analizinde IBM SPSS Statistics 25.0 paket programı kullanılmış olup, çoklu grup karşılaştırmalarında varyans analizi (ANOVA) uygulanarak, ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey Testi ile belirlenmiştir (P<0.05).

BULGULAR

Kontrol ve deneme gruplarında deneme başlangıcı ile deneme sonu arasında sayısal verilerin yanısıra gözle görülür düzeyde fenotipik farklılık olduğu gözlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Kontrol ve deneme gruplarındaki başlangıçtaki ve son dönemdeki fenotipler.

Akıntının Yüzme Davranışına Etkisi: Farklı şiddette akıntıların canlı ağırlık, boy uzunluğu, kuyruk genişliği ve kuyruk uzunluğu üzerinde etkisinin incelendiği bu araştırmada, akvaryumda akıntı oluşturanın öncelikle balık davranışlarını etkilediği ve akıntı oluşturulan akvaryumlarda balıkların sık sık akıntıya karşı yüzmeye pozisyonu alarak ve uzak uçtan akıntı kaynağına doğru yüzdükleri gözlenmiştir. Bu davranışın akıntının şiddetli olduğu akvaryumda daha belirgin olduğu gözlenirken, akıntı olmayan kontrol grubu akvaryumunda düzenli ve ritmik bir yüzmeye gözlenmemiştir.

Akıntı oluşturulan akvaryumlarda 20 gün içinde kuyruklardaki açılmaya bağlı olarak şekillenen kuyruk genişliğindeki artış gözle görülebilir düzeyde kendini göstermiştir (Grup 2'de 0.76 cm'den 1.15 cm'ye ve Grup 3'te 0.74cm'den 1.130 cm'ye). Ölçümlerde benzer artışın canlı ağırlık ve kuyruk uzunluğu değerlerinde de olduğu tespit edilmiştir.

Akıntının Fenotipik Etkileri: Araştırmada yapılan ölçümlerde gruplar arasında görülen farklılıklar akıntının bu özellikler üzerindeki bariz etkisini ortaya koymuştur (Tablo 1). Canlı ağırlık değerlerindeki değişime bakıldığında 3. grupta 2, 3 ve 4. ölçümlerde diğer gruplardan belirgin şekilde farklılık olduğu; 2. ve 3. grupların sadece son ölçümlerde farklılaştığı dikkat çekmektedir. Boy uzunluğu, kuyruk genişliği ve kuyruk uzunluğu değerlerinin hem tedrici olarak arttığı, hem de birbirinden farklılaştığı gözlenmiştir. Şöyle ki, Grup 3'te araştırma başlangıcında 0.27 g olan ortalama canlı ağırlık değeri, 20 gün sonra 0,10 g artışla 0.37g'a, 40 gün sonra 0.14 g artışla 0.41 g'a ve 60 gün sonra 0.16 g artışla 0.43 g'a yükselmiştir. Buna karşılık deneme başlangıcında aynı ortalama değere sahip olan 2. grupta aynı dönemlerde sırasıyla sadece 0.02, 0.04 ve 0.08 g'lık bir artış gözlenmiş; yine başlangıçtaki ağırlık ortalaması 0.26 g olan 1. grupta da sırasıyla 0.02, 0.04 ve 0.06 g'lık bir artış gözlenmiştir. 1., 2. ve 3. grupların nihai ağırlık ortalamalarına bakıldığında 0.33 g, 0.35 g ve 0.43 g'lık değerlere ulaşıldığı ve 3. grubun belirgin bir artışa sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Lepistes Balıklarında Farklı Şiddette Akıntıların Yer Aldığı Gruplarda Canlı Ağırlık, Toplam Boy, Kuyruk Genişliği ve Kuyruk Uzunluğu Değerlerinin Karşılaştırılması.

Ölçümler	Özellik	Gruplar			P
		Grup 1 (n=60) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	Grup 2 (n=60) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	Grup 3 (n=60) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	
Başlangıç (45. gün)	Canlı ağırlık (g)	0.26 ± 0.01	0.27 ± 0.00	0.27 ± 0.01	ÖD
	Boy uzunluğu (cm)	2.69 ± 0.03	2.70 ± 0.02	2.68 ± 0.02	ÖD
	Kuyruk genişliği (cm)	0.77 ± 0.02	0.76 ± 0.02	0.74 ± 0.02	ÖD
65. gün	Kuyruk uzunluğu (cm)	0.55 ± 0.01	0.56 ± 0.01	0.56 ± 0.01	ÖD
	Canlı ağırlık (g)	0.28 ± 0.01 ^a	0.29 ± 0.02 ^a	0.37 ± 0.02 ^b	Ö
	Boy uzunluğu (cm)	2.97 ± 0.03 ^a	2.99 ± 0.02 ^b	3.29 ± 0.04 ^c	Ö
85. gün	Kuyruk genişliği (cm)	0.79 ± 0.02 ^a	1.15 ± 0.02 ^b	1.30 ± 0.03 ^c	Ö
	Kuyruk uzunluğu (cm)	0.64 ± 0.01 ^a	0.82 ± 0.02 ^b	1.04 ± 0.04 ^c	Ö
	Canlı ağırlık (g)	0.30 ± 0.01 ^a	0.31 ± 0.01 ^a	0.41 ± 0.01 ^b	Ö
105. gün	Boy uzunluğu (cm)	2.97 ± 0.05 ^a	3.14 ± 0.03 ^b	3.58 ± 0.03 ^c	Ö
	Kuyruk genişliği (cm)	1.14 ± 0.06 ^a	1.35 ± 0.04 ^b	1.78 ± 0.03 ^c	Ö
	Kuyruk uzunluğu (cm)	0.77 ± 0.03 ^a	0.91 ± 0.02 ^b	1.10 ± 0.02 ^c	Ö
105. gün	Canlı ağırlık (g)	0.33 ± 0.01 ^a	0.35 ± 0.01 ^a	0.43 ± 0.02 ^b	Ö
	Boy uzunluğu (cm)	3.09 ± 0.06 ^a	3.23 ± 0.04 ^b	3.66 ± 0.04 ^c	Ö
	Kuyruk genişliği (cm)	1.29 ± 0.06 ^a	1.52 ± 0.05 ^b	1.96 ± 0.05 ^c	Ö
105. gün	Kuyruk uzunluğu (cm)	0.87 ± 0.03 ^a	1.03 ± 0.03 ^b	1.17 ± 0.03 ^c	Ö

*ANOVA: Aynı satırdaki farklı harfler arasındaki fark önemlidir (p<0.05), Ö:Önemli, ÖD: Önemli Değil.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmada merak edilen konu akvaryumda oluşturulacak bir akıntının balıklarda hareketi artırarak, normal olarak kabul edilen gözlemlerin dışında fenotipik bir değişime yol açıp açmayacağı idi. Elde edilen bulgular akıntının balıklarda belirgin şekilde davranışta ve fenotipte değişime yol açtığını göstermiştir. Doğal koşullarında yaşamlarını sürekli olarak su akıntısı içerisinde geçirmeye alışık olan ve o koşullara uygun adaptasyon kabiliyetine sahip olan lepistes balıklarının yapılarında genetik olarak taşıdıkları bu özelliklerini, akvaryumda uygun ortam

hazırlanırken da dışa vurdukları gözlenmiştir. Akıntının tetiklediği artan yüzme hareketlerinin vücut yapısında da belirgin değişikliğe yol açtığı; canlı ağırlık, boy uzunluğu, kuyruk genişliği ve kuyruk uzunluğunu artırdığı kaydedilmiştir. Nitekim, Nicoletto (1996), yaptığı araştırmada erkek lepisteslerde akvaryumda oluşturulan farklı hızlarda akıntının yüzme hızı ve kuyruk genişliğinde belirgin artışa yol açtığını, bu artışta hız ve genişliğin birbiriyle ilişkili olarak gelişme gösterdiğini tespit etmiştir. Benzer şekilde Bandaranayake ve Chandrasekara (2017) yürüttükleri çalışmada, erkek lepisteslerde oluşturulan su akıntısı etkisiyle şekillenen daha uzun kuyruk yüzgeçlerinin kısa yüzgeçlilere oranla hem yüzme hem de besin temininde avantaj sağladığını kaydetmişlerdir.

Ticari boyutta değerlendirildiğinde, klasik sistem akvaryum ortamında yetiştirilen lepistes balıklarında dişilerin daha erken sürede kuyruk açılmalarının tamamlanmasına karşın erkeklerde bu gelişimin gecikmesi her iki cinsiyette balığın aynı zamanda ticari olarak satışını mümkün kılmamaktadır. Satışa hazır hale gelen dişi balıklar ile bir önceki dönemde yetiştirilen erkekler bir araya getirildiğinde görsel olarak ancak denklik sağlanabilmektedir. Bu durum üretim idaresi, takvimi ve masrafları bakımından sorun oluşturmaktadır. Bu bağlamda yapılan bu araştırma bu soruna aynı dönem yetiştirilen dişi ve erkeklerin eş zamanlı olarak satışa hazır hale gelme imkanı sunarak, kolay bir çözüm olanağı sunmaktadır.

Süs balığı yetiştiriciliği yapan sektör çalışanları ve üreticilerine erkek ve dişi lepistesleri eş zamanlı olarak piyasaya arz etme imkanı sağlaması bakımından kolay ve ekonomik bir metot olarak akvaryumda kurulabilecek bu düzeneğin değerlendirilebileceği önerilmektedir

Sonuç olarak, akvaryum ortamında oluşturulan su akıntısı, erkek lepistes balıklarında canlı ağırlık, toplam boy ve kuyruk uzunluklarında belirgin şekilde artışa yol açmıştır. Bu etki, dişi ve erkek balıkların eş zamanlı olarak büyütülerek, piyasaya sunulabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu araştırma ile aynı zamanda balıklarda bulunan genetik potansiyelin uygun çevresel şartlar sağlanması durumunda kolaylıkla açığa çıktığı da ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2019).** Ornamental Fish Industry Data. <https://www.ofish.org/ornamental-fish-industry-data> (2019, 01 Ekim).
- Bandaranayake, C.H. & Chandrasekara, W.U. (2017).** Are fancy guppies (*Poecilia reticulata* Peters, 1859) invasive? *Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences*, **22**, 117-128.
- Bischoff, R.J., Gould J.L. & Rubenstein, D. I. (1985).** Tail size and female choice in the guppy (*Poecilia*

reticulata). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **17**, 253-255. Doi: 10.1007/bf00300143

- Elsah, A.U., Marco, P.F.A. & Jorge, L.F., (2018).** The effect of live food on the coloration and growth in guppy fish, *Poecilia reticulata*. *Agricultural Sciences*, **9**, 171-179.
- Hockley, F.A., Wilson, C.A.M.E., Brew, A. & Cable J. (2014).** Fish responses to flow velocity and turbulence in relation to size, sex and parasite load. *Journal of The Royal Society Interface*, **11**, 20130814. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2013.0814>
- Karino, K., Orita, K. & Sato, A. (2006).** Long tails affect swimming performance and habitat choice in the male guppy. *Zoological Science*, **23**, 255-260.
- Karino, K. & Urano, Y. (2008).** The relative importance of orange spot coloration and total length of males in female guppy mate preference. *Environmental Biology of Fishes*, **83**, 397-405.
- Nicoletto, P.F. (1996).** The influence of water velocity on the display behavior of male guppies, *Poecilia reticulata*. *Behavioral Ecology*, **7**, 272-278.
- Sudha, C. & Gokula, V. (2014).** Reproductive Response Of The Guppy Fish *Poecilia Reticulata* For Homeopathic Medicine, *Natrum Muriaticum*. *Biolife*, ISSN (online): 2320-4257.

*Corresponding author's:

Çetin YAĞCILAR

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Değirmenaltı Kampusü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye.

✉E-mail: cyagcilar@nku.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4683-820X>

GSM : +90(507) 023 87 59

The Relationships Between Otolith Dimensions-Total Length and Otolith Features of European Perch (*Perca fluviatilis* L.,1758) Sampled from Yedikır Dam Lake (Turkey)^[*]

Canan ŞİMŞEK* Nazmi POLAT Melek ÖZPİÇAK
Semra SAYGIN Savaş YILMAZ

Ondokuz Mayıs University, Arts and Sciences Faculty, Biology Department, Samsun, Turkey

 <https://orcid.org/0000-0001-9923-1316>,

 <https://orcid.org/0000-0001-9785-9927>,

 <https://orcid.org/0000-0003-3506-4242>

 <https://orcid.org/0000-0002-3249-5074>,

 <https://orcid.org/0000-0003-2859-4886>

Received date: 22.07.2019

Accepted date: 14.10.2019

How to cite: Şimşek, C., Polat, N., Özpiçak, M., Saygın, S. & Yılmaz, S. (2019). The relationships between otolith dimensions-total length and otolith features of European perch (*Perca fluviatilis* L.,1758) sampled from Yedikır dam lake (Turkey). *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 348-353.

Atf yapmak için: Şimşek, C., Polat, N., Özpiçak, M., Saygın, S. & Yılmaz, S. (2019). Yedikır baraj gölü (Türkiye)'nden örneklenen tatlısu levreği (*Perca fluviatilis* L.,1758)'nin otolit özellikleri ve otolit boyutları-total boy arasındaki ilişkiler. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 348-353.

Abstract: This study aims to determine the otolith characteristics of European perch living in Yedikır Dam Lake and to reveal the relations between total length and otolith dimensions. 195 fish samples were captured from Yedikır Dam Lake were measured for total, fork and standard lengths and weighted. Sagittal otoliths were removed by making the left and right distinctions. Otoliths were photographed on the distal side and weighted (OW). Otolith length (OL) and breadth (OB) were measured with Leica Application Suit Ver. 3.8 image analysis program. Power ($y=ax^b$) and linear ($y=a+bx$) models were applied to estimate the relationships between the otolith measurements (OB, OL, OW) and total length (TL). There was no difference in OB, OL and, OW between the right and left otoliths of *P. fluviatilis* ($P>0.05$), but it was found that the otoliths of the female and male were significantly different ($P<0.05$). The relationships between otolith measurements and TL were determined to be quite significant ($P<0.001$). r^2 values of the relationships were changed between 0.957-0.969. The relationship between TL-OL in females, males and all individuals were found to be stronger than the others. This data is important in fishery biology studies. In recent years, studies on otolith morphology are quite common. The formation and growth of otolith are related to the growth of the fish. It is thought that this study will provide data to be carried out concerning perch and especially to be used in stock separation studies.

Keywords: Otolith features, *Perca fluviatilis*, total length, Yedikır dam lake.

Yedikır Baraj Gölü (Türkiye)'nden Örneklenen Tatlısu Levreği (*Perca fluviatilis* L.,1758)'nin Otolit Özellikleri ve Otolit Boyutları-Total Boy Arasındaki İlişkiler

Öz: Bu çalışmanın amacı Yedikır Baraj Gölü'nde yaşayan tatlısu levreğinin otolit özelliklerinin belirlenmesi, total boy ve otolit özellikleri arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasıdır. Yedikır Baraj Gölü'nden yakalanan 195 adet örneğin total, çatal ve standart boyları ölçülmüş, ağırlıkları tartılmıştır. Sagittal otolitler sağ ve sol ayrımları yapılarak çıkarılmıştır. Otolitler distal yüzeylerinden fotoğflanmış ve ağırlıkları (OA) tartılmıştır. Daha sonra otolitlerin en (OE) ve boy (OB) ölçümleri Leica Application Suit Ver. 3.8 marka görüntü analiz programı ile ölçülmüştür. Otolit ölçümleri ile total boy arasındaki ilişkilerin hesaplanması için (TB-OE, TB-OB, TB-OA) doğrusal ($y=a+bx$) ve üssel regresyon ($y=ax^b$) modelleri uygulanmıştır. *P. fluviatilis* türünün sağ ve sol otolitleri arasında OE, OL ve OA bakımından fark olmadığı ($P>0,05$) ancak dişi ve erkek bireylerin otolitleri arasında önemli derecede fark olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Otolit ölçümleri ve TB arasındaki ilişkilerin oldukça önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,001$). İlişkilerin r^2 değerleri 0,957-0,969 arasında değişmiştir. Dişi, erkek ve tüm bireylerde TB-OB arasındaki ilişki diğerlerinden daha kuvvetli bulunmuştur. Bu veriler balıkçılık biyolojisi çalışmalarında önem taşımaktadır. Son yıllarda otolit morfolojisi ile ilgili çalışmalar oldukça yaygındır. Otolitin oluşumu ve büyümesi, balığın büyümesi ile ilişkilidir. Bu çalışmanın tür ile ilgili olarak gerçekleştirilecek çalışmalara veri sağlaması ve özellikle stok ayırım çalışmalarında kullanılması düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Otolit özellikleri, *Perca fluviatilis*, total boy, Yedikır baraj gölü.

[*] Bu çalışma Canan Şimşek'in Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

[*] This manuscript is derived from Canan Şimşek's master thesis.

INTRODUCTION

Otoliths have consisted calcium carbonate located at the inner ear of bony fishes and also they are considered as a true biological and environmental archive of fish life history. Therefore, otoliths are used in different types of studies such as age determination, species identification and discrimination, larval fish ecology, migration of fishes etc (Brazner et al., 2004; Campana, 2005; Popper et al., 2005; Secor, 2010; Huang et al., 2017; Lin et al., 2017; Prichard et al., 2018). This calcified structure shows phenotypic plasticity as inter- and/or intra-specific and inter- and/or intra-populations variations (Annabi et al., 2013; Mejri et al., 2018). Accordingly, the otolith characteristics of the same species living in different locations should also be known.

Morphological and morphometric characteristics of otoliths comprise an important instrument for species identification (Tuset et al., 2008). There are some studies which focused on ecomorphology studies (Volpedo & Echeverría 2003), fish species identification (Tuset et al., 2008), the revision of fish taxa (Dönel & Yılmaz, 2016), determination of the relationships between fish and otolith growth (Doğan & Şen, 2017) and determination of similarities between the fossil and modern fish species (Woydack & Morales-Nin, 2001). Otolith morphology varies between species, however separate stocks of the same species, often identical physically can sometimes be discriminated through subtle differences in otolith morphometrics (Tuset et al., 2003; Zengin et al., 2015; Ibáñez et al., 2017; Mapp et al., 2017). When the relationship between otolith dimensions and total length in a species is determined, the total length or standard length of a fish from its otolith dimensions can be estimated, or vice versa (Şen et al., 2001; Battaglia et al., 2010; Baştusta et al., 2013; Yılmaz et al., 2014; Saygın et al., 2017; Yazicioğlu et al., 2017; Zengin et al., 2017; Ozpicak et al., 2018; Souza et al., 2019).

In this study, the relationships between otolith dimensions and total length of European perch, *Perca fluviatilis* (L., 1758) sampled from Yedikır Dam Lake were investigated. The European perch is the most common and widely distributed member of the Percidae. It is widespread throughout Europe and Asia, in addition to its native distribution, it has been successfully introduced in other parts of the world, mainly South Africa, Australia and New Zealand (Thorpe, 1977). In Turkey, European perch is reported from the lakes in Marmara Region, Black Sea Basin, Ladik Lake, Bafra Balık Lake and streams from Samsun, Terme and Bafra regions (Geldiay & Balık, 2007; Beğburs, 2010). This study aimed to detect the relationships between the total length and otolith dimensions of *P. fluviatilis* sampled from Yedikır Dam Lake.

MATERIAL and METHODS

Sampling: *P. fluviatilis* samples obtained from the Yedikır Dam Lake (40°47'10.80" N and 35°33'50.67" E) (Figure 1). SAMUS 725 MP shocker was used to capture fish

samples. Samples were collected between December 2015-April 2017.

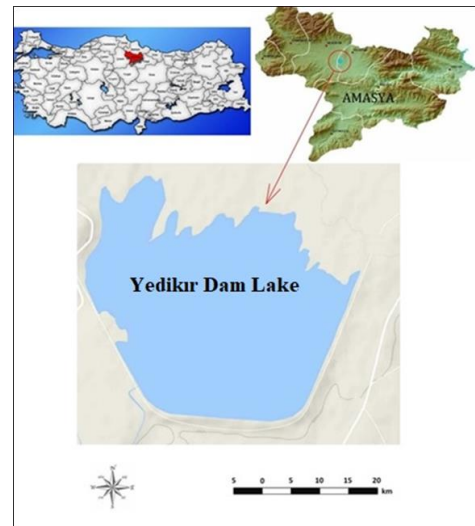


Figure 1. The map of Yedikır Dam Lake

Biological study: The systematic positions of the samples were determined using various identification keys (Geldiay & Balık, 2007; Kottelat & Freyhof, 2007; Polat & Uğurlu, 2011). All captured fish were measured to the nearest 0.1 cm for total length (TL), fork length (FL), standard length (SL) and weighted to the nearest 0.01 g. The sex was determined by macroscopic examination of the gonads. Sagittal otoliths were removed by making left and right distinctions. Otoliths were weighted using Precisa scales (OW) (± 0.0001 g). All otoliths were photographed on the distal side with a Leica DFC295 digital camera. Otolith breadth (OB) and length (OL) (± 0.001 mm) were determined by Leica Application Suit Ver. 3.8 Imaging Software. OL was defined as the greatest distance between anterior and posterior edges, and OB was defined as the greatest distance from dorsal to ventral edges (Stevenson & Campana, 1992; Battaglia et al., 2010) (Figure 2). The evaluations were performed separately for female, male and all individuals.

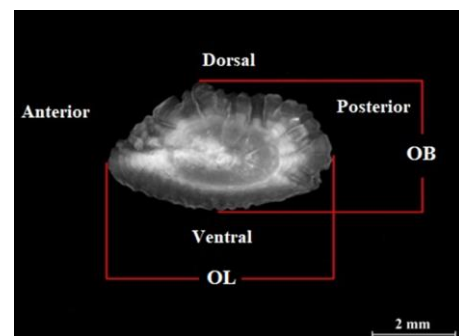


Figure 2. Otolith Length (OL) and Otolith Breadth (OB) of sagitta (Left otolith).

Statistical analysis: Linear and nonlinear models were applied to estimate the relationships between the otolith measurements (OL, OB, OW) and TL.

$$y=ax^b \text{ and } y=a+bx$$

where y is otolith measurement and x is fish length (Zar, 1999).

However, in evaluating the relationships between TL and otoliths dimensions, the power model is preferred because of its higher r² values. All data were tested by Kolmogorov-Smirnov if the data is normally distributed or not. Statistical analyses tested by Paired t-test, Wilcoxon test, Independent Two-Sample t test, Mann-Whitney U test. SPSS 20, Minitab 17.0 and the Excel software were utilized in the evaluation of data.

RESULTS

In this study, a total of 195 European perch samples (109♀ and 86♂) were investigated in terms of otolith dimension and total length relationships. The minimum-maximum total lengths and weights of the individuals vary between 4.5-24.0 cm and 0.98-210.22 g, respectively (Table 1). When sagittal otoliths of female and male were compared, there were differences in terms of OL, OB and OW (P<0.05). However, according to left and right otoliths comparisons, there were no differences (P>0.05) (Table 2). In this study right otoliths were used in the analysis. Descriptives of otoliths were shown in Table 3.

Table 1. Descriptive statistics of *P. fluviatilis*

Sex	N	Total Length (cm)					Weight (g)				
		Mean	±SE	±SD	MIN	MAX	Mean	±SE	±SD	MIN	MAX
F	109	8.178	0.369	4.244	4.576	23.7	15.85	3.11	35.76	0.98	199.74
M	86	9.925	0.398	4.056	5.845	24.0	21.04	3.22	32.83	2.17	210.22
F+M	195	8.948	0.276	4.243	4.576	24.0	18.14	2.25	34.52	0.98	210.22

(F: Female, M: Male, Min: Minimum, Max: Maximum, SE: Standard error, SD: Standard deviation).

Table 2. Statistical comparisons for right-left otolith pairs and sex.

Comparison type	Variable	Test	P
Right-Left	OL	Wilcoxon t Testi	P>0.05
	OB	Wilcoxon t Testi	P>0.05
	OW	Wilcoxon t Testi	P>0.05
Male-Female	OL	Mann-Whitney U Testi	P<0.05
	OB	Mann-Whitney U Testi	P<0.05
	OW	Mann-Whitney U Testi	P<0.05

Table 3. Descriptives of otolith characteristics for *P. fluviatilis*.

Sex		Mean	±SE	±SD	MIN.	MAX.	N
Female	OL	2.416	0.096	0.998	1.420	5.882	109
	OB	1.298	0.048	0.500	0.809	3.167	
	OW	0.0039	0.0005	0.0049	0.0007	0.0293	
Male	OL	3.0114	0.1074	0.9997	1.9150	5.9730	86
	OB	1.5636	0.5167	0.4791	1.0550	3.2320	
	OW	0.0060	0.0006	0.0056	0.0018	0.0306	
Female+Male	OL	2.6790	0.7430	1.038	1.4200	5.9730	195
	OB	1.4153	0.0363	0.5071	0.8090	3.2320	
	OW	0.0048	0.0004	0.0054	0.0007	0.0306	

Relationships between TL and OL, OB, OW were determined using the power regression equation and the best fit was obtained among TL-OL for the female, male and all population (r² >0.974). The equations representing the relationship between total length and otolith characteristics of European perch were separately determined for the female, male and all population (Table 4)

Table 4. Relationships between TL and otolith characteristics of *P. fluviatilis*.

Sex	Equations	a	b	r ²	P
F	TB-OW	2.886	2.200	0.957	<0.001
	TB-OB	0.248	0.793	0.970	<0.001
	TB-OL	0.391	0.870	0.974	<0.001
M	TB-OW	6.139	1.899	0.974	<0.001
	TB-OB	0.300	0.714	0.967	<0.001
	TB-OL	0.470	0.801	0.977	<0.001
F+M	TB-OW	3.575	2.115	0.960	<0.001
	TB-OB	0.263	0.768	0.969	<0.001
	TB-OL	0.409	0.855	0.974	<0.001

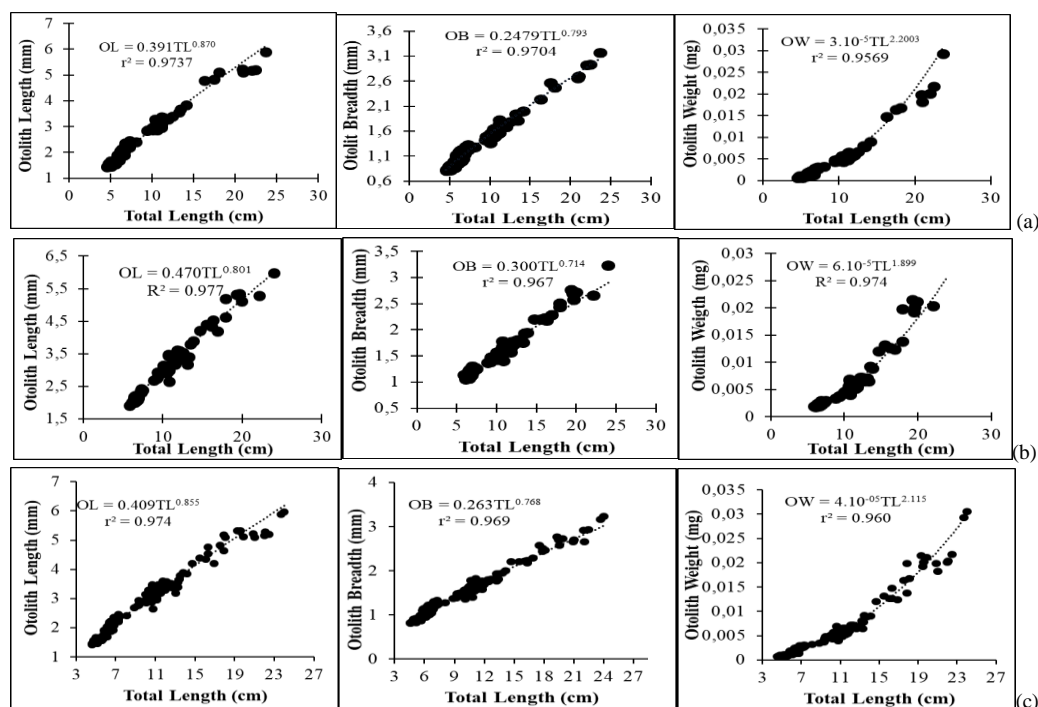


Figure 3. Relationships between otolith characteristics and total length for Yedikır dam lake (a: Female, b: Male, c: All population).

DISCUSSION

Otolith morphometrics reflects phenotype and development stage and is influenced by factors such as sex, body condition, age, year-class, and stock as well as local environmental conditions (Mérigot et al., 2007; Vignon & Morat, 2010). In the past, otolith morphology has been useful for taxonomic identification in many fish species (Bergenius et al., 2006; Jawad et al., 2017). Recently, there are a lot of study about otolith shape, relationships between length and otolith morphometric in the literature (Leguá et al., 2013; Felix et al., 2013; Dörtbudak & Özcan, 2015; Bostancı et al., 2015; Bose et al., 2017; Jawad et al., 2017; Zhao et al., 2017; Duncan et al., 2018; Saygın et al., 2017; Zengin Özpiçak et al., 2018).

In this study, a significant difference was found between the sagittal otoliths of female and male of perch in terms of the OL, OB and OW sampled from Yedikır Dam Lake ($P < 0.05$). Yılmaz et al. (2014) investigated the relationships between otolith dimensions and body length of European perch from Lake Ladik and correlatively, found that there were differences in OL, OB, and OW between female and male. Besides, studies performed with other fish species show significant differences in otolith measurements between male and female individuals, too (Munday et al., 2004; Vallisneri et al., 2008; Bostancı et al., 2009; Konaş & Bostancı, 2015). However, Yılmaz et al. (2014) found that left and right otolith pairs were not statistically different in terms of OL, OB and OW ($P > 0.05$). In this study, when right and left otolith were compared, there were no significant differences in terms of otolith length, otolith breadth and weight, too ($P > 0.05$). There are also different studies which show no difference between right and left otoliths (Jawad et al., 2011; Zengin et al., 2015; Saygın et al., 2017; Zengin et al., 2017).

Relationships between otolith dimensions and fish length are commonly used in fisheries science. Also, otolith studies particularly have a very important place in species identification from the discovery of fossiliferous layers in archaeological sites and prey-predator relations (Tuset et al., 2008). Fish size and/or weight can be functionally related to an appropriate otolith measurement and the resulting relationships can subsequently be used for size estimation (Pierce et al., 1991; Tollit et al., 1997; Granadeiro & Silva, 2000). Fish size-otolith size relationships will be useful for researchers examining food habits of piscivores and size of fish in archaeological samples (Harvey et al., 2000). The relationships between TL and otolith measurements of fish species could provide info for the back-calculation of the fish total length from otolith measurements (Zan et al., 2015). In this study, otolith length was found to be the best indicator for estimating the length of fish. OL and TL relationships were strong from other relationships ($r^2 > 0.974$). And also, Yılmaz et al. (2014) were found a strong relationship between total length and otolith length, too. r^2 values were determined as 0.869 and 0.815 in male and female individuals, respectively. It is a known fact that there is a

relationship between the size of the fish and the bony structures.

Generally, in different studies that examined the relationship between fish length and otolith dimensions, OL was detected as a strong parameter for estimating fish length (Granadeiro & Silva, 2000; Bostancı, 2009; Cengiz et al., 2012; Felix et al., 2013; Zengin et al., 2015; Yılmaz et al., 2015; Pavlov, 2016; Kanjuh et al., 2018; Park et al., 2018).

The present study provides a baseline for European perch and indicates that OL is a strong predictor for fish length. This data will help investigators studying food habits of top predators to determine the size of prey fish from the length of recovered otoliths.

REFERENCES

- Annabi, A., Said, K. & Reichenbacher, B. (2013).** Interpopulation differences in otolith morphology are genetically encoded in the killifish *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontiformes). *Scientia Marina*, **77**, 269-279.
- Başusta, A., Bal, H. & Aslan, E. (2013).** Otolith biometry-total length relationships in the population of Hazar Bleak, *Alburnus heckeli* (Battalgi, 1943) inhabiting Lake Hazar, Elazığ, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, **45**, 1180-1182.
- Battaglia, P., Malara, D., Romeo, T. & Andaloro, F. (2010).** Relationship between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina). *Scientia Marina*, **74**(3), 605-612.
- Beğburs, C.R. (2010).** Investigation of growth features of Perch (*Perca fluviatilis* L. 1758) population in Urkmez Dam Lake (Izmir-Turkey). *2nd International Symposium on Sustainable Development, Sarajevo*. 693-699.
- Bergenius, M.A.J., Begg, G.A. & Mapstone, B.D. (2006).** The use of otolith morphology to indicate the stock structure of common coral trout (*Plectropomus leopardus*) on the Great Barrier Reef, Australia. *Fisheries Bulletin*, **104**, 498-511.
- Bose, A., Adragna, J. & Balshine, S. (2017).** Otolith morphology varies between populations, sexes, and male alternative reproductive tactics in a vocal toadfish *Porichthys notatus*. *Journal of Fish Biology*, **90**, 311-325.
- Bostancı, D. (2009).** Otolith biometry-body length relationships in four fish species (chub, pikeperch, crucian carp, and common carp). *Journal of Freshwater Ecology*, **24**, 619-624.
- Bostancı, D., Yılmaz, S. & Polat, N. (2009).** Otolit biyometrisinin aynı balıkta ve farklı eşeyde değişimine bir örnek: *Uranoscopus scaber* L., 1758. *XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 1-4 Temmuz, 1-13, Rize, (In Turkish).
- Bostancı, D., Polat, N., Kurucu, G., Yedier, S., Konaş, S. & Darcın, M. (2015).** Using otolith shape and morphometry to identify four *Alburnus* species (*A. chalcoides*, *A. escherichii*, *A. mossulensis* and *A. tarichi*) in Turkish inland waters. *Journal of Applied Ichthyology*, **31**, 1013-1022.
- Brazner, J.C., Campana, S.E., Tanner, D.K. & Schram, S.T., (2004).** Reconstructing habitat use and wetland nursery origin of yellow perch from Lake Superior using otolith

- elemental analysis. *Journal of Great Lakes Research*, **30**(4), 492-507.
- Campana, S.E. (2005).** Otolith science entering the 21st century. *Marine and Freshwater Research*, **56**, 485-495.
- Cengiz, Ö., Özekinci, U. & Öztekin, A. (2012).** The relationships between total length-otolith length of bluefish, *Pomatomus saltatrix*, (Linnaeus, 1766) from Gallipoli Peninsula and Dardanelles (North-eastern Mediterranean, Turkey). *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, **2**, 31-34.
- Doğan, Y. & Şen, D. (2017).** Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'da otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **29**, 33-38.
- Dönel, K. E. & Yılmaz, E. (2016).** The fish fauna of Gaga Lake (Ordu-Turkey) and identification of four species by morphometric characteristics. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, **2**, 63-74.
- Dörtbudak, M. Y. & Özcan, G. (2015).** İkiizce Çayı'ndaki (Şırnak) siraz balığının [*Capoeta umbla* (Heckel, 1843)] otolit biyometrisi-balık boyu arasındaki ilişki. *Yunus Araştırma Bülteni*, **15**, 67-72.
- Duncan, R., Brophy, D. & Arrizabalaga, H. (2018).** Otolith shape analysis as a tool for stock separation of albacore tuna feeding in the Northeast Atlantic. *Fisheries Research*, **200**, 68-74.
- Felix, V.R., Martinez-Perez, J.A., Molina, J.R., Zuniga, R.E.Q. & Lopez J.F. (2013).** Morphology and morphometric relationships of the sagitta of *Diapterus auratus* (Perciformes: Gerreidae) from Veracruz, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, **61**, 139-147.
- Geldiy, R. & Balık, S. (2007).** Türkiye tatlısu balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, Turkey, (in Turkish).
- Granadeiro, J.P. & Silva, M.A. (2000).** The use of otoliths and vertebrae in the identification and size-estimation of fish in predator-prey studies. *Cybiurn*, **24**, 383-393.
- Harvey, J.T., Loughlin, T.R., Perez, M.A. & Oxman, D.S. (2000).** Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. NOAA. Tech. Rep. NMFS 150.
- Huang, Y., Chen, F., Thang, W., Lai, Z. & Li, X. (2017).** Validation of daily increment deposition and early growth of mud carp *Cirrhinus molitorella*. *Journal of Fish Biology*, **90**, 1517-1532
- Ibáñez, A.L., Hernández-Fraga, K. & Alvarez-Hernández, S. (2017).** Discrimination analysis of phenotypic stocks comparing fish otolith and scale shapes. *Fisheries Research*, **185**, 6-13.
- Jawad, L.A., Al-Mamry, J.M., Al-Mamari, H.M., Al-Yarubi, M.M. & Al-Busaidi, H.K. (2011).** Relationships between fish length and otolith length, width and weight of *Rhynchonhamphus georgi* (Valenciennes, 1846) (Family: Hemiramphidae) collected from Oman Sea. *Rom J Biol*, **56**, 189-200.
- Jawad, L.A., Sabatino, G., Ibáñez, A.L., Andoloro, F. & Battaglia, P. (2017).** Morphology and ontogenetic changes in otoliths of the mesopelagic fishes *Ceratoscopelus maderensis* (Myctophidae), *Vinciguerria attenuata* and *V. poweriae* (Phosichthyidae) from the Strait of Messina (Mediterranean Sea). *Acta Zool-Stockholm*, 1-17.
- Kanjuh, T., Mrdak, D., Piria, M., Tomljanović, T., Joksimović, A., Talevski, T. & Milošević, D. (2018).** Relationships of otolith dimension with body length of European eel *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) from Adriatic catchment of Montenegro. *Acta Adriatica*, **59**, 91-96.
- Kontaş, S. & Bostancı, D. (2015).** Morphological and biometrical characteristics on otolith of *Barbus tauricus* Kessler, 1877 on light and scanning electron microscope. *International Journal of Morphology*, **33**, 1380-1385.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007).** Handbook of European freshwater fishes. Berlin, 646 p.
- Leguá, J., Plaza, G., Pérez, D. & Arkhipkin, A. (2013).** Otolith shape analysis as a tool for stock identification of the southern blue whiting, *Micromesistius australis*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, **41**, 479-489.
- Lin, C-H., Taviani, M., Angeletti, L., Gironne, A. & Nolf, D. (2017).** Fish otoliths in superficial sediments of the Mediterranean Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **471**, 134-143.
- Mapp, J., Hunter, E., Van Der Kooij, J., Songer, S. & Fisher, M. (2017).** Otolith shape and size: the importance of age when determining indices for fish-stock separation. *Fisheries Research*, **190**, 43-52.
- Mejri, M., Trojette, M., Allaya, H., Ben Faleh, A., Jmil, I., Chalh, A., Quignard, J.-P. & Trabelsi, M. (2018).** Use of otolith shape to differentiate two lagoon populations of *Pagellus erythrinus* (Actinopterygii: Perciformes: Sparidae) in Tunisian waters. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, **48**, 153-161.
- Mérigot, B., Letourneur, Y. & Lecomte-Finiger, R. (2007).** Characterization of local populations of the Common Sole, *Solea solea* (Pisces, Soleidae) in the NW Mediterranean through otolith morphometrics and shape analysis. *Marine Biology*, **151**, 997-1008.
- Munday, P.L., Hodges, A.L., Choat, J.H. & Gust, N. (2004).** Sex-specific growth effect in protogynous hermaphrodites. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **61**, 323-327.
- Ozpicak, M., Saygin, S., Aydin, A., Hançer, E., Yılmaz, S. & Polat, N. (2018).** Otolith Shape Analyses of the *Squalius cephalus* (L., 1758) (Actinopterygii: Cyprinidae) Inhabiting a Few Inland Waters of the Middle Black Sea Region (Turkey), Iran. *Iranian Journal of Ichthyology*, **5**, 293-302.
- Park, J. M., Gaston, T.F., Riedel, R. & Williamson, J.E. (2018).** Biometric relationships between body and otolith measurements in nine demersal fishes from north-eastern Tasmanian waters, Australia. *Journal of Applied Ichthyology*, **34**, 801-805.
- Pavlov, D.A. (2016).** Differentiation of three species of the Genus *Upeneus* (Mullidae) based on otolith shape analysis. *Journal of Ichthyology*, **56**, 41-55.
- Pierce, G.J., Boyle, P.R., Diack, J.S.W. (1991).** Identification of fish otoliths and bones in faeces and digestive tracts of seals. *Journal of Zoology*, **224**, 320-328.
- Polat, N. & Uğurlu, S. (2011).** Samsun İli Tatlı Su Balık Faunası. Samsun: 272s.
- Popper, A.N., Ramcharitar, J. & Campana, S.E. (2005).** Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Marine and Freshwater Research*, **56**, 497-504.
- Prichard, C.G., Jonas, J.L., Student, J.J., Watson, N.M. & Pangle, K.L. (2018).** Same habitat, different species: otolith microchemistry relationships between migratory

- and resident species support interspecific natal source classification. *Environmental Biology of Fishes*, **101**, 1025-1038.
- Saygın, S., Özpiçak, M., Elp, M., Polat, N., Atıcı, A.A. & Akçanal Ödün, N. (2017).** Comparative analysis of the otolith features of tarek (*Alburnus tarichi* (Güldenstädt, 1814)) from different lakes across Van Basin (Van, Erçek, Nazik, Aygır) (Turkey). *LimnoFish*, **3**, 91-99.
- Secor, D.H. (2010).** Is otolith science transformative? New views on fish migration. *Environmental Biology of Fishes*, **89**, 209-220.
- Şen, D., Aydın, R. & Çatla, M. (2001).** Relationships between fish length and otolith length in the population of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) inhabiting Hazar Lake, Elazığ, Turkey. *Archives of Polish Fisheries*, **9**, 267-272.
- Souza, G.M., Tubino, R. A., Monteiro-Neto, C. & da Costa, M.R. (2019).** Relationships between fish and otolith dimensions of *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) (Perciformes: Pomatomidae) in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, **17**(1), e180032.
- Stevenson, D.K. & Campana, S.E. (1992).** Otolith microstructure examination and analysis. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, **117**, 126.
- Thorpe, J. (1977).** Synopsis of biological data on the perch *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 and *Perca flavescens* Mitchell, 1814. FAO Fish. Synop., 113, Rome.
- Tollit, D. J., Steward, P.M, Thompson, P.M., Pierce, G.J., Santos, M.B. & Hughes, S. (1997).** Species and size differences in the digestion of otoliths and beaks: Implications for estimates of pinniped diet composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **54**, 105-119.
- Tuset, V.M., Lombarte, A., González, J.A., Pertusa, J.F. & Lorente, M.J. (2003).** Comparative morphology of the sagittal otolith in *Serranus* spp. *Journal of Fish Biology*, **6**, 1491-1504.
- Tuset, V.M., Lombarte, A. & Assis, C.A. (2008).** Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, **72**, 7-198.
- Vallisneri, M., Trotta, V., Cavicchi, S. & Piccinetti, C., (2008).** Sex-specific somatic-otolith growth relationship in two Gadidae. *Journal of Fish Biology*, **72**, 724-730.
- Vignon, M. & Morat, F. (2010).** Environmental and genetic determinant of otolith shape revealed by a non-indigenous tropical fish. *Marine Ecology Progress Series*, **411**, 231-241.
- Volpedo, A. & Echeverría, D.D. (2003).** Ecomorphological patterns of the sagitta in fish on the continental shelf off Argentine. *Fisheries Research*, **60**, 551-560.
- Woydack, A. & Morales-Nin, B. (2001).** Growth patterns and biological information in fossil fish otoliths. *Paleobiology*, **27**, 369-378.
- Yazicioğlu, O., Yılmaz, S., Erbaşaran, M., Uğurlu, S. & Polat, N. (2017).** Bony structure dimensions-fish length relationships of pike (*Esox lucius* L., 1758) in Lake Ladik (Samsun, Turkey). *North-Western Journal of Zoology*, **13**, 149-153.
- Yılmaz, S., Yazicioğlu, O., Saygin (Ayaydin), S. & Polat, N. (2014).** Relationships of otolith dimensions with body length of European perch, *Perca fluviatilis* L., 1758 from Lake Ladik, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, **46**, 1231-1238.
- Yılmaz, S., Yazicioğlu, O., Yazıcı, R. & Polat, N. (2015).** Relationships between fish length and otolith size for five cyprinid species from Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **39**, 438-446.
- Zan, X.X., Zhang, C., Xu, B.D. & Zhang, C.L. (2015).** Relationships between fish size and otolith measurements for 33 fish species caught by bottom trawl in Haizhou Bay, China. *Journal of Applied Ichthyology*, **31**, 544-548. Doi: 10.1111/jai.12751
- Zar, J.H. (1999).** Biostatistical analysis. New Jersey, Prentice-Hall.
- Zengin, Özpiçak, M., Saygın, S., Aydın, A., Hancı, E., Yılmaz, S. & Polat, N. (2018).** the relationships between otolith dimensions-total length of chub *Squalius cephalus*, L.1758) sampled from some inland waters of the Middle Black Sea Region. *LimnoFish*, **4**, 17-24.
- Zengin, M., Saygin S. & Polat, N. (2015).** Otolith shape analysis and dimensions of the anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Black and Marmara Seas. *Sains Malaysiana*, **44**, 657-662.
- Zengin, M., Saygin, S. & Polat, N. (2017).** Relationships between otolith size and total length of bluefish, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) in Black Sea (Turkey). *North-Western Journal of Zoology*, **13**, 169-171.
- Zhao, B., Liu J., Song J., Cao L. & Dou S. (2017).** Otolith shape analysis for stock discrimination of two *Collichthys* genus croaker (Pieces: Sciaenidae,) from the northern Chinese coast. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, **36**, 981-989.

*Corresponding author's:

Canan ŞİMŞEK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun, Türkiye.

E-mail : cananssimsek@gmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-9923-1316>

Tel : +90(362) 312 19 19-5504

Fax : +90 (362) 457 60 81

GSM : +90(544) 584 39 13

Weight-Length Relationships (WLRs) of Scaldback, *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915 (Pleuronectiformes: Bothidae), Caught by Beam Trawl in the Southeastern Black Sea (Rize, Turkey)

Sabri BİLGİN^{1*} Hatice ONAY²

¹Sinop University Faculty of Fisheries and Aquaculture, TR57000, Sinop, Turkey

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0155-8981>

²Recep Tayyip Erdoğan University Faculty of Fisheries and Aquaculture, TR53000, Rize, Turkey

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3463-7360>

Received date: 24.07.2019

Accepted date: 06.09.2019

How to cite: Bilgin, S. & Onay, H. (2019). Weight-Length Relationships (WLRs) of Scaldback, *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915 (Pleuronectiformes: Bothidae), Caught by Beam Trawl in the Southeastern Black Sea (Rize, Turkey). *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 354-358.

Atf yapmak için: Bilgin, S. & Onay, H. (2019). Güneydoğu Karadeniz'de (Rize, Türkiye) Krişli Trolle Yakalanan Dil Balığı'nın, *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915 (Pleuronectiformes: Bothidae), Boy - Ağırlık İlişkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 354-358.

Abstract: The Scaldback, *Arnoglossus kessleri*, is an endemic fish to the Mediterranean and Black seas. The present study was conducted to determine the weight-length relationships (WLRs) of this endemic species caught by beam trawl on the Rize province coasts of the southeastern Black Sea, Turkey and to compare the WLRs parameters of *A. kessleri* from different geographical locality for contributing fisheries management of this fish species in the Black Sea. The WLRs parameters showed that *A. kessleri* exhibited positive allometric (or hyperallometric) growth characteristics for male and combined data (Pauly' t test, $P < 0.05$) and isometric growth for female (Pauly' t test, $P > 0.05$). The values of coefficient (r) for female, male and combined data of this species are different from zero ($P < 0.05$), indicated that *A. kessleri* has higher correlation in the WLRs equations. In addition to this, to compare the estimations calculated from the present study with other studies, $\log(a)$ values were plotted against values of slope (b), proved to be consistent with previous studies data for unsexed *A. kessleri* specimens. This study provides new basic information on the WLRs for *A. kessleri* populations, in support of sustainable fisheries management of this species and especially of the coastal waters in the Black Sea, Turkey.

Keywords: *Arnoglossus kessleri*, Black Sea, fisheries management, Scaldback, weight-length relationships (WLRs).

Güneydoğu Karadeniz'de (Rize, Türkiye) Krişli Trolle Yakalanan Dil Balığı'nın, *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915 (Pleuronectiformes: Bothidae), Boy-Ağırlık İlişkisi

Öz: Dil balığı (*Arnoglossus kessleri*) Akdeniz ve Karadeniz'e endemik bir türdür. Bu çalışma, bu endemik dil balığın boy ağırlık ilişkisi (WLRs) parametrelerini belirlemek için güney doğu Karadeniz'de Rize ili civarında krişli trol ile örneklenen bireyler üzerinden yürütülmüş olup ayrıca türün Karadeniz'deki balıkçılık yönetimine katkı sağlamak amacıyla önceki çalışmalardan elde edilen WLRs parametreleri karşılaştırmıştır. WLRs parametreleri dişilerin izometrik büyüme (Pauly' t test, $P > 0,05$), erkek ve tüm bireylerin (dişi+erkek) ise pozitif allometrik (hyperallometric) büyüme (Pauly' t test, $P < 0,05$) özelliği gösterdiğini ortaya koymuştur. Korelasyon katsayısı (r) istatistiksel olarak sıfırdan farklı hesaplanmış olup ($P < 0,05$), bu sonuç dil balığı için hesaplanan WLRs denklemi parametreleri arasındaki ilişkinin güçlü olduğunu göstermiştir. Ayrıca, önceki çalışmalardan elde edilen $\log(a)$ ve b değerleri regresyona tabi tutulduğunda, bu çalışmada tüm *A. kessleri* bireyler için (dişi+erkek) elde edilen sonuçların önceki çalışmalarla tutarlı olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, Türkiye'nin Karadeniz kıyı sularında *A. kessleri* popülasyonlarının sürdürülebilir balıkçılık yönetimini desteklemek için türün boy ağırlık ilişkisi hakkında yeni temel bilgiler sunmaktadır.

Anahtar sözcükler: *Arnoglossus kessleri*, balıkçılık yönetimi, boy ağırlık ilişkisi (WLRs), Dil balığı, Karadeniz.

INTRODUCTION

Although there have been reports of six marine fish species distributed along the Turkish coasts belong to Bothidae family: *Arnoglossus imperialis* (Rafinesque, 1810), *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915, *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792), *Arnoglossus rueppelii* (Cocco, 1844), *Arnoglossus thori* Kyle, 1913 and *Bothus podas* (Delaroche, 1809), only three fish species belonging to this family: *A. kessleri*, *A. laterna* and *A. thori* have been reported from the Black Sea (Bilecenoğlu et al., 2014). According to FISHBASE (Froesa & Pauly, 2019) and the IUCN red list of threatened species (Golani et al., 2011; de Sola et al., 2014); Scaldback, *A. kessleri* (Pleuronectiformes: Bothidae), is endemic to the Mediterranean and Black seas and present all through the Mediterranean Sea coast, except for Morocco and Algeria. It also exists in the Aegean Sea, the Sea of Marmara, Crimean peninsula and the Sea of Azov (Golani et al., 2011; Bilecenoğlu et al., 2014; de Sola et al., 2014). It found on the upper part of the continental shelf, and feeds on small fish and invertebrates and its reproductive period is between May and August (Froesa & Pauly, 2019). It is uncommon species, but it is unknown if it is naturally rare, or rare due to fishing activities. Therefore, *A. kessleri* is listed as data deficient (DD) species in the IUCN red list of threatened species (Golani et al., 2011; de Sola et al., 2014).

Knowledge on biological features such as weight-length relationships (WLRs), growth characteristics, etc. of fish species are important tools for fisheries management. The WLRs is also useful for fisheries research because they allow estimating the condition and food and feeding, life histories of certain species such as reproduction activities and spawning (Stergiou & Moutopoulos, 2001). According to Pauly (1993) and Stergiou & Moutopoulos, (2001), the WLRs are very useful for fisheries research because they: (i) allow the conversion of growth-in-length equations to growth-in-weight for use in stock assessment models; (ii) allow the estimation of biomass from length observations; (iii) allow an estimate of the condition of the fish; and (iv) are useful for between region comparisons of life histories of certain species. Moreover, the WLRs parameters can be applied in different factors such as age, gonad activities, amount of food and feeding, sea water temperature, seasons etc. (Weatherley, 1972).

The WLRs parameters of *A. kessleri* were previously reported from different geographic regions such as Aegean Sea (Ilkyaz et al., 2008; Altın et al., 2015; Bayhan et al., 2008; Türker-Çakır et al., 2008), Marmara Sea (Ozen et al., 2009; Türker-Çakır et al., 2003; Keskin & Gaygusuz, 2010), Mediterranean (Ergüden et al., 2018) and also Black Sea (Ak et al., 2009). Moreover, previous research into the WLRs parameters of *A. kessleri* has been rather fragmentary in the Black Sea. Only one study has been conducted on the subject in the Black Sea coast of Turkey so far (Ak et al., 2009). The present study was conducted to determine the

weight length relationships (WLRs) of *A. kessleri* caught by experimental purposes beam trawl in the Black Sea, Turkey and to compare the WLRs parameters of *A. kessleri* from different geographical locality for contributing for marine biologist and fisheries managers to fisheries management of this fish species in the Black Sea.

MATERIALS and METHODS

Sample Collection: Samples of the Scaldback (*A. kessleri*) were collected via an experimental purposes beam trawl with 15 mm cod-end stretched mesh size up to 30 m water depths between December 2012 and November 2013 on the Rize province coasts of the southeastern Black Sea (Fig. 1).

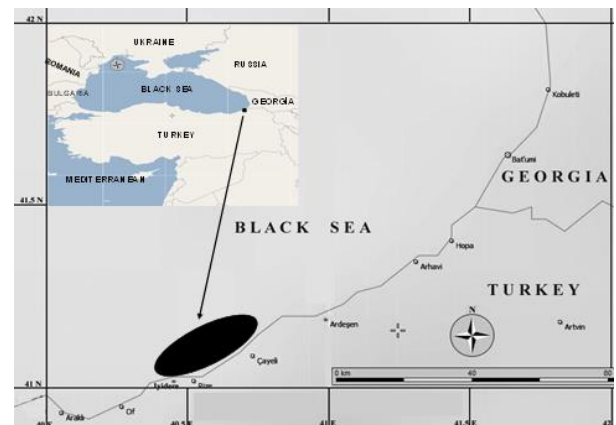


Figure 1. Beam trawl fishing operations sampling area on the Rize coasts in the southeastern Black Sea, Turkey.

Although beam trawl fishery is banned in the Rize province coasts of the southeastern Black Sea during the year, sampling surveys were conducted with a special permit to determine crab population dynamics project samples.

Weight-Length Relationships (WLRs): The total length (TL) and the wet body weight (W) of *A. kessleri* were measured after blot drying with a piece of clean towel. All specimens were measured to the nearest 0.1 cm and weighed to the nearest 0.01 g. The weight-length relationships (WLRs) parameters were calculated and analyzed using MS Excel software. However to compare the WLRs results for *A. kessleri* obtained in this study with the results of previous studies, the $\log(a)$ values were drawn against b values. The weight length relationship was estimated as:

$$W = aTL^b,$$

where W is the body weight (g), TL is the total length (cm), a is the intercept, and b is the slope of the regression line. Comparison of the difference of slope value from $b = 3$ (isometric growth), Pauly's t -test was performed (Pauly, 1984). Pauly's t -test statistic was calculated as below:

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

where Sd_{logTL} is the standard deviation of the log TL values, Sd_{logW} is the standard deviation of the log W values, n is the number of specimens used in the computation. The value of b is different from $b = 3$ if calculated t value is greater than the tabled t values for $n-2$ degrees of freedom (Pauly, 1984). Comparison of the difference of correlation coefficient (r) from zero t -test (Snedecor & Cochran, 1989) was calculated as follow:

$$t = \frac{r * \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}}$$

where n is the number of fish used in the computation and r is the correlation coefficient. The value of correlation coefficient is different from zero if t value is greater than the tabled t values for $n-2$ degrees of freedom. T test was used to compare the means between the sexes in PAST ver 1.75b software package (Hammer et al., 2001). Differences were considered statistically significant when $P < 0.05$.

RESULTS

Size Structure: A total of 1548 *A. kessleri* (682 female, 866 male) were sampled between December 2012 and November 2013. Female total lengths ranged between 2.0 and 7.6 cm (mean 5.0 ± 0.03 cm) and male total lengths ranged between 3.0 and 8.1 cm (mean 5.3 ± 0.03 cm). Mean total length of *A. kessleri* was calculated between 2.0 - 8.1 cm (mean: 5.1 ± 0.02 cm, $n = 1548$) for combined data (female + male). Size frequency distribution were significantly different (Kolmogorov-Smirnov two-sample test; $d = 0.192$, $P = 9.05381E-13$) between female and male. The mean total length of male was significantly greater than female mean total length (t - test; $P = 1.1543E-09$).

Weight-Length Relationships (WLRs): The WLRs results and statistics of *A. kessleri* between male, female and combined sex showed below and in fig. 2.

$W = 0.0083TL^{3.000}$, $r^2 = 0.916$, $Sd_{logL} = 0.0701$, $Sd_{logW} = 0.2196$, $n = 682$, Pauly' t test = 0.000, $P > 0.05$, isometric growth (female).

$W = 0.0053TL^{3.287}$, $r^2 = 0.955$, $Sd_{logL} = 0.0763$, $Sd_{logW} = 0.2566$, $n = 866$, Pauly' t test = 11.846, $P < 0.05$, positive allometric (or hyperallometric) growth (male).

$W = 0.0063TL^{3.182}$, $r^2 = 0.940$, $Sd_{logL} = 0.0744$, $Sd_{logW} = 0.2441$, $n = 1548$, Pauly' t test = 8.913, $P < 0.05$, positive allometric growth (female+male).

The WLRs of *A. kessleri* samples collected from the Rize province coast in the Black Sea were showed that *A. kessleri* showed isometric growth ($b = 3.000$) characteristics for female (Pauly' t test, $P > 0.05$) and negative allometric growth ($b = 3.287$) for male (Pauly' t test, $P < 0.05$).

However, in order to comparison of the difference of correlation coefficient (r) from zero t -test (Snedecor and Cochran, 1989) was applied and the values of (r) for female ($r = 0.957$, t test: 297.089), for male ($r = 0.977$, t test: 135.443) and for combined data ($r = 0.970$, t tests: 155.675)

are different from zero ($P < 0.05$), indicated that *A. kessleri* has higher correlation in WLRs equations.

To compare the estimations calculated from the present study with other studies (showed in Table 1), $\log(a)$ values were plotted against values of b (fig. 3), proved to be consistent with previous studies data for *A. kessleri*.

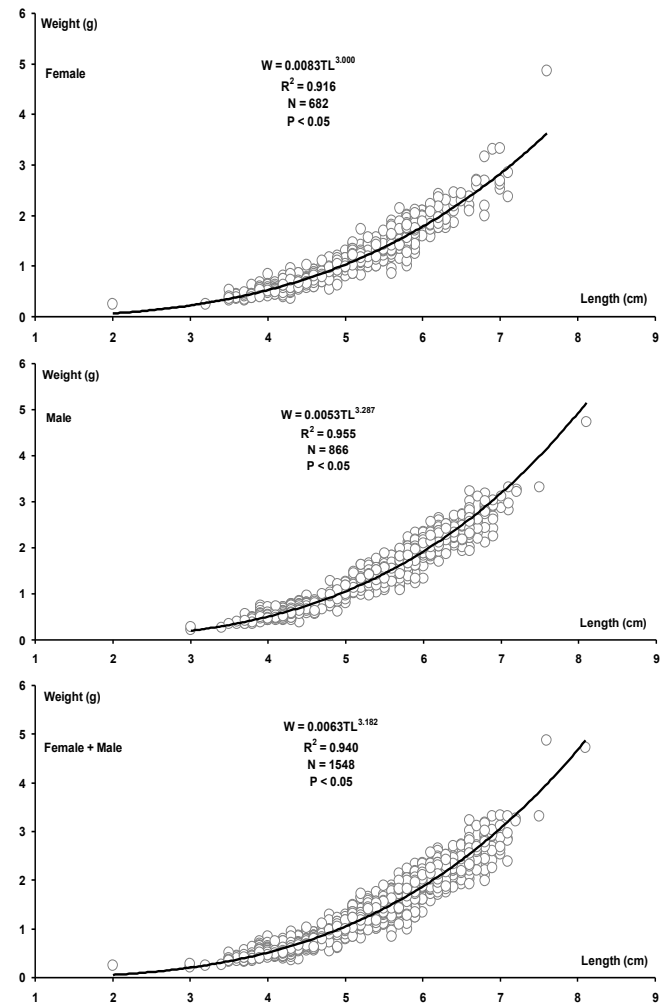


Figure 2. Weight - length relationships (WLRs) of the Scaldback (*Arnoglossus kessleri*) in the Black Sea.

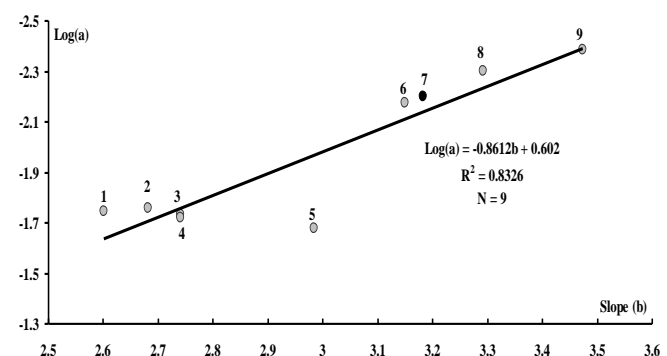


Figure 3. Test plot of $\log(a)$ against b for different WLRs of the Scaldback (*Arnoglossus kessleri*). Black dot = present study parameter. Grey dot = estimated parameters of different studies conducted from Black Sea (5: Ak et al., 2009; 7: present study), Marmara Sea (2: Türker-Çakır et al., 2003; 6: Ozen et al., 2009; 9: Keskin and Gaygusuz, 2010), Aegean Sea (1: Bayhan et al., 2008; 3: Ilkyaz et al., 2018; 8: Altın et al., 2015) and Mediterranean Sea (4: Ergüden et al., 2018).

DISCUSSION

In all previous studies, except for the present study conducted in the Black Sea and Ergüden et al., (2018)'s study conducted in the Iskenderun Bay (Eastern Mediterranean), the b values were reported regardless of fish sexes (Table 1). The reported b values for unsexed specimens ranged between 2.600 and 3.474 (mean: 2.997 ± 0.093 , $n = 9$). From the reported b values for *A. kessleri* populations from Black Sea, Marmara Sea, Aegean Sea and Mediterranean, it can be inferred that this fish species exhibits different growth characteristics. Beside this, our data fit the regression for the species *A. kessleri* excellently and growth parameters are highly similar to three of the previous 9 studies conducted in Aegean Sea (Altın et al., 2015) and Marmara Sea (Ozen et al., 2009; Keskin & Gaygusuz, 2010) (see Table 1). In the literature, this is the second study evaluating the WLRs parameters by sex for the relevant *A. kessleri* fish species. When the b values were evaluated according to sexes, our b values (3.287 in male and 3.000 in female) were different than Ergüden et al. (2018)'s study (2.790 in male and 2.680 in female). The b values of the WLRs showed that females ($b = 3.000$) have isometric growth type, while males ($b = 3.287$) have hyperallometric or positive allometric growth type. Based on the slope (b) of the relation between weight and length, it can be checked whether the growth of a fish species is isometric ($b = 3$), hypoallometric ($b < 3$) and/or hyperallometric ($b > 3$) (Froese, 2006; Froese et al., 2011). Namely, if the slope is equal to 3, all fish dimensions

increase at the same rate (isometric growth), if the slope < 3 , a fish increases less in weight than predicted by its increase in length, i.e., it becomes more elongated (hypoallometric or negative allometric), if the slope > 3 , a fish increases more in weight than predicted by its increase in length, i.e., it becomes less elongated or more roundish (hyperallometric or positive allometric) (Froese et al., 2011). The differences in the b values may be due to seasonal changes in the water temperature and the maturity stage, different sampling area, age, sex and differences of other biotic and abiotic factors such as salinity, competition, food and feeding, degree of stomach fullness, etc. The correlation coefficient (r) both female and male for *A. kessleri* has higher correlation in the WLRs equations and also $\log(a)$ values were plotted against b values for *A. kessleri* (fig. 3) proved to be consistent with previous studies data. Similar result for different fish species such as thornback ray (*Raja clavata*) and turbot (*Scophthalmus maximus*) was reported by Bilgin & Köse (2018) from the Black Sea.

In conclusion, the present study reports new WLRs parameters for both female and male of the native species, *A. kessleri* inhabiting the Black Sea and provides some essential information on *A. kessleri* from the Rize province coasts of the southeastern Black Sea. The data on the WLRs parameters are expected to be helpful in fisheries management especially of the coastal waters in the Black Sea, Turkey, since the species has been declared as a data deficient (DD) species in the IUCN red list of threatened species (Golani et al., 2011; de Sola et al., 2014).

Table 1. The weight - length relationships (WLRs) parameters of Scaldback (*Arnoglossus kessleri*), from different geographical locality. TL: total length (cm), a : intercept, b : slope, n : number of samples. Data (a and b) marked with (*) has been used to draw of test plot of $\log(a)$ against b in figure 3.

a	b	r^2	n	TL range (cm)	Sex	Locality	References
0.0185	2.740	0.961	7	6.9-9.6	Unsexed*	Aegean Sea	İlkyaz et al., (2008)
0.0050	3.292	0.933	393	1.3-11.2	Unsexed*	Aegean Sea	Altın et al., (2015)
0.0179	2.601	0.878	76	6.0-8.9	Unsexed*	Aegean Sea	Bayhan et al., (2008)
0.0067	3.150	0.974	44	2.9-9.8	Unsexed*	Marmara Sea	Ozen et al., (2009)
0.0174	2.682	0.869	32	5.2-9.5	Unsexed*	Marmara Sea	Türker-Çakır et al., (2003)
0.0041	3.474	0.968	24	4.2-8.7	Unsexed*	Marmara Sea	Keskin & Gaygusuz, (2010)
0.0190	2.740	0.957	133	7.0-11.9	Unsexed*	Mediterranean	Ergüden et al., (2018)
0.0210	2.984	0.725	60	4.3-9.8	Unsexed*	Black Sea	Ak et al., (2009)
0.0063	3.182	0.940	1548	2.0-8.1	Unsexed*	Black Sea	Present study
0.0170	2.790	0.960	65	7.0-11.9	Male	Mediterranean	Ergüden et al., (2018)
0.0053	3.287	0.955	866	2.0-7.6	Male	Black Sea	Present study
0.0220	2.680	0.953	68	7.7-11.8	Female	Mediterranean	Ergüden et al., (2018)
0.0083	3.000	0.916	682	2.0-7.6	Female	Black Sea	Present study

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank to Ozay Köse, Burak Taşçı, Yusuf Ceylan and Ahmet Kalkavan for their help in the field work. This study was supported by Scientific Research Project Coordination Unit of Recep Tayyip Erdoğan University. Project number is 2010.103.03.1.

REFERENCES

- Ak, O., Kutlu, S. & Aydın, I. (2009). Length-weight relationship for 16 fish species from the eastern Black Sea, Türkiye. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **9**, 125-126.
- Altın, A., Ayyıldız, H., Kale, S. & Alver, C. (2015). Length-weight relationships of forty-nine fish

- species from shallow waters of Gökçeada Island, northern Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, **39**, 971-975. doi: 10.3906/zoo-1412-15.
- Bayhan, B., Sever, T.M., & Taşkavak, E. (2008).** Length-weight relationships of seven flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes) from Aegean Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **8**, 377-379.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B. & Çiçek, E. (2014).** An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **38**, 901-929. Doi: 10.3906/zoo-1405-60.
- Bilgin, S. & Köse, O. (2018).** Length-weight relationships (LWRs) of target fish turbot, *Scophthalmus maximus* (Pleuronectiformes: Scophthalmidae) and non-target fish thornback ray, *Raja clavata* (Rajiformes: Rajidae) caught by turbot gill net fishery in the Black Sea, Turkey. *Cahiers de Biologie Marine*, **59**, 615-622. Doi: 10.21411/CBM.A.546928E7.
- De Sola, L., Nielsen, J., Monroe, T., Costa, M. & Herrera, J. (2014).** *Arnoglossus kessleri* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 2014:e. T194897A103945339. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-3.RLTS.T194897A49088611.en>. (Downloaded on 23 July 2019).
- Ergüden, S.A., Altun, A. & Ergüden, D. (2018).** Length-weight relationship and condition of *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915 in Iskenderun Bay (Eastern Mediterranean, Turkey). *Sakarya University Journal of Science*, **22**, 1617-1622. Doi: 10.16984/saufenbilder.347576.
- Froese, R. (2006).** Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, **22**, 241-253. Doi: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.
- Froese, R. & Pauly, D. (2019).** FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2019).
- Froese, R., Tsikliras, A.C. & Stergiou, K.I. (2011).** Editorial note on weight-length relations of fishes. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, **41**, 261-263. Doi: 10.3750/AIP2011.41.4.01.
- Golani, D., Kada, O., Nouar, A., Quignard, J.P. & Cuttelod, A. (2011).** *Arnoglossus kessleri*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011:e. T194897A8917203. Downloaded on 23 July 2019.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001).** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, **4**, 1-9.
- Ilkyaz, A.T., Metin, G., Soykan, O., & Kinacigil, H. (2008).** Length-weight relationship of 62 fish species from the Central Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, **24**, 699-702. doi: 10.1111/j.1439-0426.2008.01167.x
- Keskin, C. & Gaygusuz, Ö. (2010).** Length weight relationships of fishes in shallow waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey). *IUFS Journal of Biology*, **69**, 87-94.
- Ozen, O., Ayyildiz, H., Oztekin, A. & Altin, A. (2009).** Length-weight relationships of 17 less-studied fish species from Çanakkale, Marmara region of Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, **25**, 238-239. Doi: 10.1111/j.1439-0426.2009.01235.x.
- Pauly, D., (1984).** *Fish population dynamics in tropical water: a manual for use with programmable calculators*. The International Center for Living Aquatic Resources Management, Makati, Metro Manila, Philippines, 323 p.
- Pauly, D. (1993).** Fishbyte Section Editorial, Naga, *The ICLARM Quarterly*, **16**, 26-27.
- Snedecor, G.W. & Cochran, W.G. (1989).** *Statistical methods*, Iowa State University Press: Ames, Iowa, 803 pp.
- Stergiou, K.I. & Moutopoulos, D.K. (2001).** A review of length-weight relationships of fishes from Greek marine waters. Naga, *the ICLARM Quarterly*, **24**, 23-39.
- Türker-Çakır, D., Akahn, S., Ünlüoğlu, A., Bayhan, B. & Hoşsucu, B. (2003).** The flatfish species in Edremit Bay and length-weight relationships for three of them *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758), *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792), *Arnoglossus kessleri* (Schmidt, 1915). *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **20**, 529-536.
- Türker-Çakır, D., Koç, H.T., Basusta, A. & Basusta, N. (2008).** Length-weight relationships of 24 species from Edremit Bay, Aegean Sea. *e-Journal of New World Sciences Academy*, **3**, 47-51.
- Weatherley, A.H. (1972).** *Growth and ecology of fish populations*. Academic Press, London, UK, 293 p.

*Corresponding author's:

Doç. Dr. Sabri BİLGİN

Sinop University Faculty of Fisheries and Aquaculture, TR57000, Sinop, Turkey

E-mail : sbrbilgin@hotmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-0155-8981>

Tel : +90 (368) 287 62 54-3391

Fax : +90 (368) 287 62 69

Goji berry (*Lycium barbarum L.*) Meyvesinin Farklı Çözgenlerden Elde Edilen Ekstratlarının Toplam Fenolik İçerikleri ile Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Karşılaştırılması

Mehmet Soner ENGİN Selin KALKAN* Mustafa Remzi OTAĞ

Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye Adresler

 <https://orcid.org/0000-0001-5954-5628>,

 <https://orcid.org/0000-0002-4142-3152>,

 <https://orcid.org/0000-0001-5450-1546>

Received date: 24.07.2019

Accepted date: 10.09.2019

Atf yapmak için: Engin, M.S., Kalkan, S. & Otağ, M.R. (2019). Goji berry (*Lycium barbarum L.*) meyvesinin farklı çözgenlerden elde edilen ekstratlarının toplam fenolik içerikleri ile antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin karşılaştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 359-365.

How to cite: Engin, M.S., Kalkan, S. & Otağ, M.R. (2019). Comparison of total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of goji berry fruit extracts from different solvents. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 359-365.

Öz: Bu çalışmada besleyici ve antioksidan özelliklere sahip bir "süper gıda" olarak kabul edilen Goji berry (*Lycium barbarum L.*) asetik asit+su ve etanol ekstratlarının toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri gibi biyoaktif özellikleri incelenmiştir. Farklı çözücüler kullanılarak hazırlanan ekstratlarda en yüksek toplam fenolik madde içeriği 5148 µg GAE/g ile etanol ektresinde tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite sonuçlarına göre en yüksek DPPH inhibisyonu %68,92 olarak asetik asit+su ekstraktında belirlenmiştir. Disk difüzyon yöntemine göre ekstratların antimikrobiyal özellikleri değerlendirildiğinde, test mikroorganizmalarından *Staphylococcus aureus*' a karşı 15.00 – 15.67 mm ve *Listeria monocytogenes*' e karşı ise 14.33- 16.33 mm'lik zon çapları ile güçlü bir antimikrobiyal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: *Lycium barbarum L.*, ekstraksiyon, biyoaktivite.

Comparison of Total Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Goji berry Fruit Extracts from Different Solvents

Abstract: In this study, acetic acid+water and ethanol extracts of Goji berry (*Lycium barbarum L.*) which is considered as super food with nutritious and antioxidant properties were investigated. The highest total phenolic content of the extracts prepared using different solvents was determined in ethanol with 5148 µg GAE / g. According to the results of antioxidant activity, the highest DPPH inhibition was determined as 68.92% in acetic acid+water extract. When the antimicrobial properties of the extracts were evaluated according to the disc diffusion method, it was found that they had a strong antimicrobial effect with zone diameters of 15.00 - 15.67 mm against *Staphylococcus aureus* and 14.33 - 16.33 mm against *Listeria monocytogenes*.

Keywords: *Lycium barbarum L.*, extraction, bioactivity.

GİRİŞ

Goji berry (*Lycium barbarum L.*), şifalı özellikleri nedeniyle, geleneksel Çin tıbbında kullanılan önemli bitki türlerinden biridir. Bu bitki, Kuzeybatı Çin'de yetiştirilmektedir ve günümüzde Çin, Güneydoğu Asya ve birçok Avrupa ülkesinde günlük fonksiyonel gıda olarak kullanılmaktadır (Amagase & Nance, 2008; Chang & So, 2008). *Lycium barbarum L.* (goji) meyvesi, son derece avantajlı besleyici ve antioksidan özelliklere sahip bir "süper gıda" olarak kabul edilmesinden dolayı son birkaç yılda daha popüler hale gelmiştir. Meyvelerden hazırlanan konsantre özler ve infüzyonlar, yaşlanma karşıtı kullanıma, görme, böbrek ve karaciğer fonksiyon yararlarından dolayı pazarlanan çeşitli alkolsüz veya alkollü içeceklerde bileşen olarak kullanım geçmişine sahiptir. Ayrıca goji meyveleri çorba ve iz karışımları, pirinç lapasıyla tüketilir ve çok sayıda et ve sebze yemeğine eklenebilir (Yin & Dang, 2008; Potterat, 2010). Ağustos-Ekim ayları arasında hasat edilen meyveler genellikle kurutulur, ancak aynı zamanda değerli bir sebze olarak taze tüketilebilirler (Potterat, 2010). Şekil 1'de hasat öncesi olgunlaşmış goji meyveleri gösterilmiştir.



Şekil 1. Goji berry (*Lycium barbarum L.*) meyveleri.

Goji meyveleri veya kurt üzümü olarak da bilinen *Lycium barbarum L.* geleneksel Çin tıbbında iyi bilinen bir bitkidir. *Lycium barbarum L.* meyvesinde çeşitli kimyasal bileşenler bulunur. En önemli aktif bileşikler polifenoller, polisakaritler ve karotenoidlerdir. Kırmızımsı turuncu rengi, kurutulmuş meyvenin sadece % 0.03 - 0.5'ini oluşturan bir grup karotenoidden türetilir (Peng vd., 2005). Meyveler, antioksidan kapasiteye sahip, askorbik asidin doğal bir türevidir olan 2-O-β-D-glikopiranosil-L-askorbik asit (Vitamin C) gibi besleyici ve tıbbi açıdan önemli bileşikler bakımından zengindir (Zhang vd., 2011). Bilimsel literatür, özellikle biyolojik olarak aktif organik bileşiklerin (fenoller ve flavonoidler) belirlenmesini gösteren, olumlu sağlık etkileri olan yiyeceklere (örneğin açai, goji meyveleri veya chia

tohumu) odaklanmaktadır. *Lycium barbarum* polisakaritleri (LBP'ler), goji meyvelerinin immünomodülasyon ve antikanser aktivitesinde etkilidirler (Gan vd., 2004). Goji meyveleri en güçlü antioksidanlardan biri zeaksantin diplamitatıdır ve güçlü antiinflamatuvar etkileri bulunmaktadır. Goji meyveleri genellikle kurutulmuş formda tüketilir. Şekilsel olarak kırmızı kuru üzümüne benzeyen bir görünüme sahiptir (Manikandan vd., 2016; Gong & Rubin, 2015). Çiğ taze meyvelerin (100 g) yaklaşık 4.49 g protein, 2.33 g toplam lipid, 9.12 g toplam karbonhidrat, 7.83 mg karoten, 0.23 mg tiamin, 0.33 mg riboflavin ve 1.7 mg niyasin içerdiği bilinmektedir (Huang vd., 1999). Ayrıca, bakır, germanyum, demir, selenyum ve çinko dahil olmak üzere 21 iz mineral içerirler [Zhang vd., 2001; Sze vd., 2008]. Goji meyveleri ayrıca esansiyel amino asitlerin tamamını içeren 18 amino asit bulundurmaktadır.

Goji berry'de bulunan flavonoidler (rutin, myricetin, quercetin, kaempferol) ve fenolik asitler (kafeik asit, klorojenik asit ve kumarik asit), Goji berry'nin antioksidan ve antimikrobiyal aktivite sergilenmesine neden olan ana bileşenlerdir (Amagase & Farnsworth, 2011; Kulczyński & Gramza-Michałowska, 2016). Özellikle, bu tür doğal antimikrobiyallerin etkilerinin belirlenmesinde, antimikrobiyal aktiviteye katılan biyoaktif moleküllerin tam rolü ve optimal konsantrasyonunun yanı sıra bu bileşiklerin elde etmek için optimal ekstraksiyon işlemlerinin de ele alınması gereklidir (Skenderidis vd., 2019). Ekstraksiyon işleminde uygulanan çözücüler (örneğin; su, alkol) ve koşullar (örneğin; sıcaklık, zaman), biyoaktif bileşiklerin nihai bileşiminin ve dolayısıyla Goji meyvelerinin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi için çok önemlidir (Carvalho vd., 2016).

Bu çalışmada tıbbi olarak anti-oksidasyon, anti-radyasyon (Qian vd., 2004), antikanser (Chao vd., 2006), hemopoiesis artırıcı (Hsu vd., 1999), yaşlanma karşıtı (Yu vd., 2005), antitümör aktivitesi ve sitoproteksiyon (Amagase & Nance, 2008; Chang & So, 2008) sergileyen goji meyvelerinin asetik asit ve etil alkol ekstratlarının toplam fenolik bileşiklerinin, antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal: Çalışmada kullanılan Goji berry (*Lycium barbarum L.*) meyveleri kurutulmuş olarak Samsun, Türkiye'den yerel bir aktardan temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan Gram pozitif (*Listeria monocytogenes* ATCC 19115, *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Bacillus cereus*, *Staphylococcus epidermis* (ATCC 12228), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212)) ve Gram negatif (*Escherichia coli* Type 1, *Vibrio parahaemolyticus* (ATCC 17802), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028), *Yersinia pseudotuberculosis* (ATCC 911), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603), *Proteus vulgaris* (ATCC 13315)) bakteriler

ile *Aspergillus niger* ve *Candida albicans* test mikroorganizmaları Giresun Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan temin edilmiştir. Kültürlerin 0.5 McFarland skalası esas alınarak mililitresinde 1.5×10^6 (KOB/mL) hücre olacak şekilde bakteri ve maya-küf stok solüsyonları hazırlanmıştır (Noshada vd., 2018).

Goji meyvelerinin ekstraksiyonu: 25 gr olarak tartılan kurutulmuş ve iyice öğütülmüş meyve örnekleri, içerisinde 98.5 mL saf su ve 1.5 mL asetik asit bulunan bir erlene aktararak G1A olarak isimlendirilmiştir. Etanol ekstraksiyonu için 25 g kurutulmuş-öğütülmüş meyveler, 100 mL etanol içeren erlene aktararak G1E olarak isimlendirilmiştir. 24 saat boyunca, oda sıcaklığında çalkalamalı karıştırıcıda iyice karışmış olan numuneler filtre kâğıdından (Whatman filter paper No.1) geçirilerek süzümüştür. Süzme işleminden sonra geriye kalan posalara çözenler yeniden eklenip ikinci kez 24 saat karışmaya bırakılmıştır. Süzülen ekstrakt beherlere alınarak, analizlerde kullanılmak üzere buzdolabında +4 °C'de depolanmıştır (Engin vd., 2018).

Toplam fenolik madde tayini: Bitki özütlerindeki çözünebilen toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak belirlenmiştir. 0.25 mL ekstrakt içeren 100 mL' lik balon jojelerin içine 1.25 mL Folin-Ciocalteu ayırıcı ve 2.5 mL NaHCO₃ (%7.5) çözeltisi eklenerek 45°C'de 45 dakika su banyosunda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası numuneler, aliminyum folyoya sarılıp 1 saat karanlık ortamda beklemeye bırakılmıştır. Karışımların absorbansı 720 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Standart olarak gallik asitin kullanıldığı kalibrasyon grafiğine göre, toplam fenolik içerik gram başına µg gallik asit eşdeğerleri (µg GAE/g) olarak ifade edilmiştir (Türkmen vd., 2019).

Antioksidan aktivite tayini: Ekstratların serbest radikalleri giderme etkinliği olarak ifade edilen antioksidan aktiviteleri, DPPH (2,2- diphenyl 1-picrylhydrazyl) radikali kullanılarak belirlenmiştir. Ekstratlar, sırayla 20 µL, 40 µL, 60 µL, 80 µL, 100 µL olarak tüplere aktarılmış ve 3.9 mL metanol içerisinde hazırlanmış DPPH radikali (0.025 g/L) 600 µL olarak eklenmiştir. Tüpler vorteks cihazında karıştırılmış ve yaklaşık 30 dakika karanlık bir ortamda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası, spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda tüplerin içerisindekilerin absorbans değerleri okunmuştur. Kör için elde edilen absorbans değeri dikkate alınarak yapılan hesaplama ile yüzde inhibisyon değerleri belirlenmiştir (Brand-Williams vd., 1995). % olarak belirlenen DPPH inhibisyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}] \times 100$$

Antimikrobiyal aktivite tayini: İnsan ve gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalara karşı goji meyve ekstratlarının antimikrobiyal aktiviteleri, disk difüzyon yöntemi kullanılarak, *in vitro* olarak, Klinik Laboratuvar Standartları Enstitüsü (CLSI, 2012) standartlarına göre belirlenmiştir. Disk difüzyon testi için; Elde edilen kuru ve / veya mumsu bitki ekstratları dimetil sülfoksit (%99.9;

DMSO) içerisinde çözülmüştür. 10⁶ KOB/mL bakteri hücresi 100 µL olarak Mueller Hinton Agar (Merck) besiyerlerine ekimleri gerçekleştirilmiş, 15-20 dk kurumaya bırakılmıştır. Steril forseps kullanarak, 10, 20 ve 30 µL bitki ekstratları içeren steril filtre kağıtları (6 mm çap) ve negatif kontrol (% 10 DMSO) inoküle edilmiş agarlı besiyeri yüzeyine yerleştirilmiştir. Besiyerleri, bakteriler için 24 saat 37 °C'de, maya ve küfler için 72 saat 25 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra, inhibisyon bölgesini ifade eden zon çapı ölçümü (mm) yapılmıştır. Her bir inhibisyon bölgesi üç kez ölçülmüş, her bakteri ve maya-küf kültürü için antibakteriyel aktiviteye ve antifungal aktiviteye kıyasla üç kez bir ortalama değer elde edilmiştir.

İstatistiksel analizler: Örneklerin analiz sonuçları tesadüf blokları deneme planına göre Windows SPSS 20.0 software istatistik paket programı (SPSS Inc., Chiago, IL, USA) kullanılarak yorumlanmıştır. Araştırma sonuçları tek yönlü varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiş ve önem farklılıkları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

BULGULAR

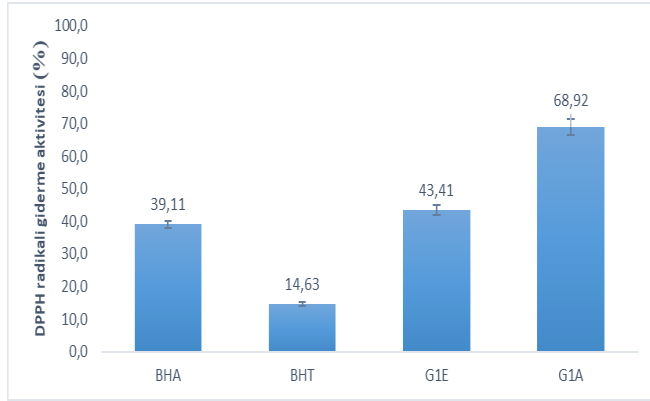
Asetik asit-su ve etil alkol ile ekstrakte edilen goji meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre goji meyveleri ekstratlarından elde edilen toplam fenolik madde miktarları Tablo 1'de gösterilmiştir. Fenolik bileşikler, lipid serbest radikallerini etkisiz hale getirerek veya hidroperoksitlerin serbest radikallere ayrışmasını önleyerek antioksidan aktivite sergilerler. Folin-Ciocalteu yöntemi, toplam fenolik içeriği araştırmak için hızlı ve yaygın olarak kullanılan bir analizdir, ancak farklı fenolik bileşiklerin Folin-Ciocalteu yönteminde farklı tepkileri olduğu bilinmektedir (Okan vd., 2013). Bu nedenle, bu çalışmada, toplam fenolik içerikleri, Tablo 1'de gösterildiği gibi, fenolik bileşiklerin µg gallik asit eşdeğeri (GAE) birimleri cinsinden hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde miktarını belirlemede uygulanan Folin-Ciocalteu yöntemi sonucunda, Goji berry bitkisinin asetik asit-su çözgeniyle hazırlanan ekstraktının (5148 ± 49.49 µg GAE/g), etanol çözgeniyle hazırlanan ekstraktına (3874 ± 9.89 µg GAE/g) göre daha yüksek sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen toplam fenolik madde içeriğinin değerleri, Ionica vd., (2012) tarafından sunulan 2.59±4.14 mg GAE/g değerlerinden daha yüksek, Medine (2011) çalışmasında bildirilen goji meyveleri için 8,95 ila 10,36 mg GAE /g değerlerinden ve Kosar vd., (2003) rapor edilen 106.80±0.46 mg GAE değerlerinden daha düşük olarak bulunmuştur.

Tablo 1. Goji berry (*Lycium barbarum* L.) ekstratlarının fenolik aktiviteleri.

Örnek	Toplam Fenolik Aktiviteleri (µg GAE/g)
G1E	3874 ± 9.89 ^a
G1A	5148 ± 49.49 ^b

^{a,b}, farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermektedir (p ≤ 0.05).

Goji meyve ekstratlarının DPPH radikali giderme aktivitelerinin % inhibisyon cinsinden hesaplanan antioksidan aktiviteleri Şekil 2’de gösterilmiştir. DPPH• kararlı bir serbest radikaldir. DPPH ve ABTS +, numunenin elektron transfer reaksiyonları yoluyla radikal türlerin deaktivasyonundaki yeteneğini ölçen analizlerden biridir (Barontini vd., 2014). DPPH• ’in oluşturduğu reaksiyon karışımının gösterdiği absorban ne kadar düşük ise antioksidanın serbest radikal giderme aktivitesi o kadar yüksek olarak değerlendirilir (Ardağ, 2008).



Şekil 2. Gojiberry meyvesinin asetik asit-su ekstraksiyonu (G1A) ve etanol ekstraksiyonu (G1E) DPPH radikali giderme aktiviteleri.

Şekil 2’de de görüldüğü üzere, goji berry bitkisinin meyve kısmında asetik asit-su karışımı ekstraksiyonunun, etanol ekstraksiyonuna göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak, asetik asit-sudan oluşan çözeltinin etanole oranla daha yüksek miktarda antioksidan özellik gösteren maddeleri ekstrakte ettiği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar, Goji meyvesinin kimyasal analizleri ile yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini doğrulamıştır. Mevcut analizlere dayanarak *L. barbarum*’un serbest radikallere (süperoksit anyonu, hidroksil radikalleri) karşı temizleyici aktivite gösterdiği sonucuna varılmıştır. Goji

antioksidan aktivitesi temel olarak karotenoid pigmentlere, flavonoidlere, polisakkarit fraksiyonuna ve vitamin analogu-C-2-0- (beta-D-glikopiranosil) askorbik aside bağlanmaktadır (Guo vd., 2008; Jiang, 2014; Li ve Zhou, 2007; Lin vd., 2009; Wang vd., 2010; Zhang vd., 2011 a,b). Oksijen Radikal Emilim Kapasitesi (ORAC), beslenme antioksidan kapasitesini incelemek için bir yöntemdir ve bu yöntemde, bu kapasite, peroksit radikallerinin inhibisyon derecelerine göre değerlendirilir. Bununla birlikte, bu değerler organizmanın metabolizmasından ve absorpsiyon olaylarından bağımsızdır. Toplam-ORAC değerlerine göre meyvelerinin ortalama oksijen absorpsiyon kapasitesi açısından en yüksek değerden en düşük değere doğru sıralama böğürtlen > ahududu > yabanmersini > çilek > goji meyvesi şeklindedir (Haytowitz ve Bhagwat, 2010). Araştırma sonuçlarına benzer olarak Zhang (2013) goji meyvesinin artan konsantrasyonlarla (10 mg/mL, 20 mg/mL, 40 mg/mL, 50 mg/mL) antioksidan kapasitesini sırasıyla % 70.58,% 65.21,% 59.94 ve% 52.99 olarak tespit etmiştir.

Çalışmada asetik asit-su ve etanol ile ekstrakte edilen Goji berry’nin (*Lycium barbarum L.*) meyvesinin insan ve gıda patojeni olduğu bilinen bazı mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktiviteleri saptanmıştır. Disk difüzyon yönteminin kullanıldığı çalışmada farklı konsantrasyonlarda (10, 20 ve 30 µL) ekstraktların disklerle ilave edilmesi sonrasında sürdürülen inkübasyon ile meydana gelen zon çapların ölçülmesiyle antimikrobiyal etki tespit edilmiştir. Antimikrobiyal etkinin tespitinde kontrol grubu olarak, herhangi bir antimikrobiyal madde emdirilmemiş boş antimikrobiyal diskler kullanılmıştır. Ekstratların antimikrobiyal etkileri sonucu oluşan zon çapları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Goji berry (*Lycium barbarum L.*) ekstraktlarının test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal etkisi.

Mikroorganizmalar	Ekstraktlar					
	G1A* (µL)			G1E*(µL)		
	Zon çapları (mm)					
	10	20	30	10	20	30
<i>Bacillus cereus</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a
<i>Escherichia coli</i>	9,67±0,57 ^a	11,33±0,57 ^b	14,67±0,57 ^c	NI ^a	NI ^a	NI ^a
<i>Staphylococcus aureus</i>	11,00±1,00 ^a	13,33±0,57 ^b	16,33±1,52 ^c	7,67±0,57 ^a	12,00±1,00 ^b	14,33±0,57 ^c
<i>Staphylococcus epidermis</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a
<i>Vibrio parahemolyticus</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	8,67±0,57 ^a	10,67±0,57 ^b	13,00±1,00 ^c
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	9,00±1,73 ^b
<i>Listeria monocytogenes</i>	9,33±0,57 ^a	11,67±0,57 ^b	15,00±1,00 ^c	8,67±0,57 ^a	10,67±0,57 ^b	15,67±0,57 ^c
<i>Enterococcus faecalis</i>	NI ^a	10,67±1,15 ^b	13,67±0,57 ^b	NI ^a	10,67±0,57 ^b	13,67±0,57 ^c
<i>Salmonella Typhimurium</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	7,67±0,57 ^a	10,33±0,57 ^b	12,00±1,00 ^c
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	8,33±0,57 ^b
<i>Proteus vulgaris</i>	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a	NI ^a
<i>Candida albicans</i>	NI ^a	8,67±0,57 ^b	11,33±0,57 ^c	NI ^a	NI ^a	8,33±0,57 ^b
<i>Aspergillus niger</i>	NI ^a	10,33±0,57 ^b	12,67±0,57 ^c	NI ^a	8,33±0,57 ^b	10,67±0,57 ^c

*G1A: *L. barbarum* ’nın asetik-asit su ekstraktı; * G1E: *L. barbarum* ’nın etanol ekstraktı ** Ortalama ve Std. hata; a-c: aynı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir (p ≤ 0.05); NI: İnhibisyon yok.

Disk difüzyon yöntemine göre antimikrobiyal etkinin tespitinde, 5,5 – 9 mm inhibisyon çapı çok düşük inhibisyon, 9 – 12 mm inhibisyon çapı düşük inhibisyon, 12 - 15 mm inhibisyon çapı ortalama inhibisyon ve 15 mm ve üzeri yüksek inhibisyon olarak değerlendirilmektedir (Ulusoy vd., 2009). Tablo 2’de görüldüğü gibi, Goji berry (*L. barbarum*) meyve kısmı ve asetik asit- su ile hazırlanan ekstratının antimikrobiyal etkisinde, en yüksek inhibisyon etkisi *Staphylococcus aureus*’a karşı olduğu tespit edilmişken, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus epidermis*, *Vibrio parahemolyticus*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Salmonella Typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Proteus vulgaris*’a karşı inhibisyon etki göstermemiştir. *Candida albicans*’a karşı düşük inhibisyon, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* ve *Aspergillus niger*’ a karşı orta inhibisyon, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes*’a karşı yüksek inhibisyon tespit edilmiştir. Goji berry (*L. barbarum*) meyve kısmı ve etil alkol ile hazırlanan ekstratının antimikrobiyal etkisi incelendiğinde ise, en yüksek inhibisyon etkisi *Listeria monocytogenes*’a karşı olduğu tespit edilmişken, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermis* ve *Proteus vulgaris*’a karşı inhibisyon etki göstermemiştir. *Yersinia pseudotuberculosis*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Candida albicans*’ a karşı çok düşük inhibisyon, *Salmonella Typhimurium* ve *Aspergillus niger* karşı düşük inhibisyon, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahemolyticus* ve *Enterococcus faecalis*’ a karşı orta inhibisyon, *Listeria monocytogenes*’a karşı yüksek inhibisyon tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları Skenderidis vd., (2019) ile uyumlu olarak etanol ekstratlarının sulu ekstratlara göre daha yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur. Diğer araştırma sonuçlarında goji meyvesinin antimikrobiyal etkisi Gram-negatif bakteriler üzerinde orta derecede bir antimikrobiyal etki göstermiş ve stafilkoklara karşı düşük bulunmuştur (Madeha Al-Seen, 2011).

SONUÇ

Bu çalışmada Goji berry (*L. barbarum*) farklı çözücüler ile elde edilen ekstratlarının biyoaktif özellikleri ve antimikrobiyal aktivitesi araştırılmıştır. Toplam fenolik madde miktarını belirlemede uygulanan Folin-Ciocalteu yöntemi sonucunda, Goji berry bitkisinin asetik asit-su çözgeniyle hazırlanan ekstratının etanol çözgeniyle hazırlanan ekstratına göre daha yüksek sonuç verdiği tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan DPPH medodu ile radikal giderme aktivitesi ölçülmüştür. Goji berry bitkisinin meyve kısmında asetik asit-su karışımı ekstraksiyonunun, etanol ekstraksiyonuna göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Antimikrobiyal aktivite için yapılan disk difüzyon yöntemiyle petrilere görülen zon çapları ölçülerek 13 mikroorganizma üzerinde analizler yapılmıştır. Analizler sonucu, disklere ilave edilen ekstrakt konsantrasyonu artışı ile antimikrobiyal etkiyi

gösteren zon çaplarında da artış görülmüştür. Ekstratların antimikrobiyal özellikleri değerlendirildiğinde test mikroorganizmalarından *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes*’ e karşı güçlü bir antimikrobiyal etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, ekstratların zayıf da olsa antifungal aktiviteye sahip oldukları bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Al-Seeni, M.N. (2011).** Goji extract as antibacterial agent and antioxidant on *Roridin E* induced hepatotoxicity in male rat. *Journal of International Environmental Application and Science*, **6**(1), 136-140.
- Amagase, H. & Nance, D.M. (2008).** A randomized, double-blind, placebocontrolled, clinical study of the general effects of a standardized *Lycium barbarum* (goji) juice, GoChi. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, **14**, 403-412.
- Amagase, H., & Farnsworth, N.R. (2011).** A review of botanical characteristics, phytochemistry, clinical relevance in efficacy and safety of *Lycium barbarum* fruit (Goji). *Food Research International*, **44**(7), 1702-1717.
- Ardağ, A. (2008).** *Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması*. Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye, 70s).
- Barontini, M., Bernini, R., Carastro, I., Gentili, P. & Romani, A. (2014).** Synthesis and DPPH radical scavenging activity of novel compounds obtained from tyrosol and cinnamic acid derivatives. *New Journal of Chemistry*, **38**, 809-816.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M. E. & Berset, C. (1995).** Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, **28**(1), 25-30.
- Carvalho, A.P., Mendes, M., Moreira, M.M., Cruz, D., Magalhães, J.M., Barroso, M.F. & Matos, C.D. (2016).** Microwave-assisted extraction in goji berries: effect on composition and bioactivity, evaluated through conventional and nonconventional methodologies. *International Journal of Food Science & Technology*, **51**(6), 1401-1408.
- Chang, R.C. & So, K.F. (2008).** Use of anti-aging herbal medicine, *Lycium barbarum*, against aging-associated diseases. What do we know so far. *Cellular and Molecular Neurobiology*, **28**(5), 643-52.
- Chao, J.C., Chiang, S.W., Wang, C.C., Tsai, Y.H. & Wu, M.S. (2006).** Hot waterextracted *Lycium barbarum* and *Rehmannia glutinosa* inhibit proliferation and induce apoptosis of hepatocellular carcinoma cells.

- World Journal of Gastroenterology*, **12**(28), 4478-4484.
- CLSI. (2012).** *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*. Twenty-second Informational Supplement. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, USA, M100-S22. 59p
- Engin, M.S., Kalkan, S., Çay, S., Güder, A., Otağ, M.R., Gür, G. & Kablan, A. (2018).** DPPH Radical Scavenging, Phenolic and Antimicrobial Activity of *Momordica charantia* and *Rheum ribes*. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, **9**(4), 447-458.
- Gan, L., Zhang, S.H., Yang, X. L. & Xu, H.B. (2004).** Immunomodulation and antitumor activity by a polysaccharide-protein complex from *Lycium barbarum*. *International Immunopharmacology*, **4**, 563-569.
- Gong, X. & Rubin, L.P. (2015).** Role of macular xanthophylls in prevention of common neovascular retinopathies: Retinopathy of prematurity and diabetic retinopathy. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **572**, 40-48.
- Guo, D.J., Cheng, H.L., Chan, S.W. & Yu, P.H.F. (2008).** Antioxidative activities and the total phenolic contents of tonic Chinese medicinal herbs. *Inflammopharmacology*, **16**, 201-207.
- Haytowitz, D.B. & Bhagwat, S. (2010).** Database for the oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of selected foods, Release 2. Washington (DC): US Department of Agriculture;
- Hsu, H.Y., Yang, J.J., Ho, Y.H. & Lin, C.C. (1999).** Difference in the effects of radioprotection between aerial and root parts of *Lycium chinense*. *Journal of Ethnopharmacology*, **64**(2), 101-108.
- Huang, Y., Lu, J. & Shen, Y. (1999).** The protective effects of total flavonoids from *Lycium Barbarum L.* on lipid peroxidation of liver mitochondria and red blood cell in rats. *Wei sheng yan jiu= Journal of hygiene research*, **28**(2), 115-116.
- Ionica, E.M., Nour, V. & Trandafir, I. (2012).** Polyphenols content and antioxidant capacity of goji fruits (*Lycium chinense*). *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, **3**(2), 121-129.
- Jiang, L. (2014).** Preparation and antioxidant activity of *Lycium barbarum* oligosaccharides. *Carbohydrate Polymers*, **99**, 646-648.
- Kulczyński, B. & Gramza-Michalowska, A. (2016).** Goji berry (*Lycium barbarum*): composition and health effects—a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **66**(2), 67-76.
- Kosar, M., Altintas, A., Kirimer, N. & Baser, K.H.C. (2003).** Determination of the free radicals scavenging activity of *Lycium* extracts. *Chemistry of Natural Compounds*, **39**, 439-442.
- Li, X., & Zhou, A. (2007).** Evaluation of the antioxidant effects of polysaccharides extracted from *Lycium barbarum*. *Medicinal Chemistry Research*, **15**, 471-482.
- Lin, C., Wang, C. & Chang, S. (2009).** Antioxidative activity of polysaccharide fractions isolated from *Lycium barbarum* Linnaeus. *International Journal of Biological Macromolecules*, **45**, 146-151.
- Manikandan, R., Thiagarajan, R., Goutham, G., Arumugam, M., Beulaja, M. & Nabavi, S.M. (2016).** Zeaxanthin and ocular health, from bench to bedside. *Fitoterapia*, **109**, 58-66.
- Medina, M.B. (2011).** Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. *Journal of Functional Foods*, **3**, 79-87.
- Noshada, M., Hojjatia, M. & Behbahani, B.A. (2018).** Black Zira essential oil: Chemical compositions and antimicrobial activity against the growth of some pathogenic strain causing infection. *Microbial Pathogenesis*, **116**, 153-157.
- Okan, O.T., Varlıbaş, H., Öz, M. & Deniz İ. (2013).** Antioksidan analiz yöntemleri ve doğu Karadeniz bölgesinde antioksidan kaynağı olarak kullanılabilir odun dışı bazı bitkisel ürünler. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **13**(1), 48-59.
- Peng, Y., Ma, C., Li, Y., Leung, K.S.Y., Jiang, Z.H. & Zhao, Z. (2005).** Quantification of zeaxanthin dipalmitate and total carotenoids in *Lycium* fruits (*Fructus Lycii*). *Plant Foods for Human Nutrition*, **60**, 161-164.
- Potterat, O. (2010).** Phytochemistry, pharmacology and safety in the perspective of traditional uses and recent popularity. *Planta Medica*, **76**, 7-19.
- Qian, J.Y., Liu, D. & Huang, A.G. (2004).** The efficiency of flavonoids in polar extracts of *Lycium chinense* Mill. fruits as free radical scavenger. *Food Chemistry*, **87**(2), 283-288.
- Skenderidis, P., Mitsagga, C., Giavasis, I., Petrotos, K., Lampakis, D., Leontopoulos, S., Hadjichristodoulou, C. & Tsakalof, A. (2019).** The in vitro antimicrobial activity assessment of ultrasound assisted *Lycium barbarum* fruit extracts and pomegranate fruit peels. *Journal of Food Measurement and Characterization*, **13**(3), 2017-2031.
- Sze, S.C.W., Song, J.X., Wong, R.N.S., Feng, Y.B., Ng, T.B., Tong, Y. & Zhang, K.Y.B. (2008).** Application of SCAR (sequence characterized amplified region) analysis to authenticate *Lycium barbarum* (wolfberry) and its adulterants. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, **51**(1), 15-21.
- Türkmen, F.U., Mercimek Takcı, H.A., Sarıgüllü Önalın, F.E. & Sağlam, H. (2019).** Arum dioscoridis ekstraktlarının toplam fenolik, flavonoid içerikleri

- ile antioksidan ve antibakteriyel aktivitelerinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, **4**(1), 102-108.
- Ulusoy, E., Kolayli, S. & Sarikaya, A.O. (2010).** Antioxidant and antimicrobial activity of different floral origin honeys from Türkiye. *Journal of Food Biochemistry*, **34**, 321-335.
- Wang C.C., Chang S.C., Inbaraj B.S. & Chen B.H. (2010).** Isolation of carotenoids, flavonoids and polysaccharides from *Lycium barbarum* L. and evaluation of antioxidant activity. *Food Chemistry*, **120**, 184-192.
- Yin, G. & Dang, Y. (2008).** Optimization of extraction technology of the *Lycium barbarum* polysaccharides by Box-Behnken statistical design. *Carbohydrate Polymers*, **74**(3), 603-610.
- Yu, M.S., Leung, S.K., Lai, S.W., Che, C.M., Zee, S.Y., So, K.F., Yuen, WH. & Chang, R.C.C. (2005).** Neuroprotective effects of anti-aging oriental medicine *Lycium barbarum* against beta-amyloid peptide neurotoxicity. *Experimental Gerontology*, **40**(8), 716-727.
- Zhang, Z., Liu, X., Wu, T., Liu, J., Zhang, X., Yang, X., Goodhert, M.J. Engelhardt, J.F. & Wang, Y. (2011).** Selective suppression of cervical cancer Hela cells by 2-O-β-Dglucopyranosyl- L-ascorbic acid isolated from the fruit of *Lycium barbarum* L. *Cell Biology and Toxicology*, **27**(2), 107-121.
- Zhang, Z., Liu, X., Zhang, X., Liu, J., Hao, Y., Yang, X. & Wang, Y. (2011).** Comparative evaluation of the antioxidant effects of the natural vitamin C analog 2-O-β-D-glucopyranosyl-L-ascorbic acid isolated from Goji berry fruit. *Archives of Pharmacal Research*, **34**(5), 801-810.
- Zhang, J. (2013).** *Antioxidant Properties of Goji Berries*. Wayne State University Theses. 250p.
- Zhang, K.Y., Leung, H.W., Yeung, H.W. and Wong, R. N. (2001).** Differentiation of *Lycium barbarum* from its related *Lycium* species using random amplified polymorphic DNA. *Planta Medica*, **67**(4), 379-381.

***Corresponding author's:**

Dr. Selin KALKAN

Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Giresun, Türkiye.

✉E-mail: selin.kalkan@giresun.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-4142-3152>

GSM : +90 (532) 545 70 26

Telefon : +90 (454) 310 41 74

Faks : +90 (454) 310 17 45

The Evaluation in Different Temperature of Acute Toxic Effect of Cadmium on *Gammarus pulex* (Freshwater Amphipoda)

Osman SERDAR^{1*} Rahmi AYDIN² Metin ÇALTA³

^{1*} Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 62000 TUNCELİ.  <https://orcid.org/0000-0003-1744-8883>

² Munzur Üniversitesi Tunceli MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 62000 TUNCELİ.  <https://orcid.org/0000-0002-3002-0892>

³ Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 23000 ELAZIĞ.  <https://orcid.org/0000-0002-1652-8972>

Received date: 12.07.2019

Accepted date: 25.10.2019

How to cite: Serdar, O., Aydın, R. & Çalta, M. (2019). The evaluation in different temperature of acute toxic effect of cadmium on *Gammarus pulex* (Freshwater Amphipoda). *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 366-370.

Atf yapmak için: Serdar, O., Aydın, R. & Çalta, M. (2019). Kadmiyumun *Gammarus pulex* (Tatlısu Amfipodu) üzerine akut toksik etkilerinin farklı sıcaklıklarda değerlendirilmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 366-370.

Abstract: In this study, the LC₅₀ values of the cadmium (Cd) toxicity on the *Gammarus pulex* were investigated. In this study, it was aimed to determine the change of LC₅₀ values of Cd at *G. pulex* at 10, 14 and 18°C. The lethal concentration (LC₅₀) values for *G. pulex* which were exposed to various Cd concentrations for 96 hours were determined at different temperatures as 10, 14 and 18°C. LC₅₀ values obtained by probit analysis were found to be; 51.79 ± 1.2 µg L⁻¹ for 10°C, 47.67 ± 0.6 µg L⁻¹ for 14°C and 33.93 ± 0.6 µg L⁻¹ for 18°C. LC₅₀ values were found to decrease due to the increase in temperature.

Keywords: Acute toxicity, cadmium, *Gammarus pulex*, temperature.

Kadmiyumun *Gammarus pulex* (Tatlısu Amfipodu) Üzerine Akut Toksik Etkilerinin Farklı Sıcaklıklarda Değerlendirilmesi

Öz: Bu çalışmada, *Gammarus pulex* üzerinde kadmiyum (Cd) toksisitesinin su sıcaklığına bağlı akut toksite etkilerinden LC₅₀ değerleri araştırıldı. Yapılan bu çalışma ile Cd'nin *G. pulex*'te 10, 14 ve 18°C sıcaklıklardaki LC₅₀ değerleri değişiminin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çeşitli Cd konsantrasyonlarına 96 saat boyunca maruz kalan *G. pulex* için LC₅₀ değerleri, 10, 14 ve 18°C olarak farklı sıcaklıklarda belirlendi. Probit analizinden elde edilen LC₅₀ değerleri; 10°C için, 51.79 ± 1.2 µg L⁻¹, 14°C için 47.67 ± 0.6 µg L⁻¹ ve 18°C için 33.93 ± 0.6 µg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. LC₅₀ değerleri, sıcaklık arttıkça daha düşük konsantrasyonlarda belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Akut toksiste, *Gammarus pulex*, kadmiyum, sıcaklık.

INTRODUCTION

Heavy metals, which have increased concentration in water environment due to the effects of both natural resources and anthropogenic factors, can be carried by aquatic organisms and increased to upper trophic levels through the food chain (Hilmy et al., 1985; Nemsock & Hughes, 1988). While heavy metals cause mortality in high ambient concentrations, low ambient concentrations can cause various biochemical and physiological functions of aquatic organisms (Moraitou-Apostolopoulou and Verriopoulos, 1982; Heath, 1995).

Heavy metal pollution in aquatic ecosystems is one of the threats to ecosystem health and poses a great risk to aquatic organisms (Del Valls et al., 1998; Türkoğlu, 2008; Tokath, 2012).

Cadmium (Cd), which is one of the heavy metals with toxic effect in environmental pollutants, is very harmful for aquatic organisms even at low concentrations (Katalay and Parlak, 2002; Asri et al., 2007). In addition, Cd is the heavy metal element with the highest solubility in water. Therefore, the diffusion rate is high.

Cd, one of the heavy metals that have toxic effects in environmental pollutants, is very harmful to aquatic life even in low concentrations (Katalay & Parlak, 2002; Asri et al., 2007). The water solubility of Cd is one of the highest heavy metals. Therefore, the rate of diffusion is high. It is also not one of the elements necessary for human life. Due to its solubility properties, Cd⁺² is taken into biological systems by plant and aquatic organisms and has the property of accumulation (Duffus, 1980).

One of the biggest problems facing the world today is increasing global warming. In particular, the increase in global heat caused by the excessive use of fossil fuels affects the whole world. Greenhouse gases, pesticides, heavy metals, increase as a result of human activities and play a negative role in aquatic environments and aquatic organisms (Mol & Doğruyol, 2012).

LC₅₀, which is one of the acute toxicity tests, is expressed as the amount of the substance that kills 50% of the organisms in a given environment for a certain period time. These studies are usually carried out in 24, 48, 72 and 96 hour periods (Çetinkaya, 2005).

Water pollution is known to have a direct effect on living organisms. For this reason, bioindicator species are used to determine the decrease in the environmental quality of water pollution (Kazancı et al., 1997). They are the aquatic organisms most affected by water pollution. The Gammarus, known to water indicators, are known to be sensitive to many toxic substances. Therefore, it is used in toxicological studies as increasing Gammarus, known as clean water indicators, are known to be sensitive to many toxic substances. Therefore, it is used in toxicological studies as increasing (Demirsoy, 1998).

The aim of this study was to determine the acute toxic effect of Cd heavy metal which is widely used in today's industry, on *G. pulex* at different temperatures.

MATERIAL and METHODS

Chemicals: CdCl₂ used in the experiments was purchased from Sigma-Aldrich Chemical.

Test organism: The Gammaridae family is one of the most important invertebrate groups found in clean water resources (Cold and Forbes, 2004). This family plays a major role in the nutrients of freshwater ecosystems and is an important nutrient for fish species in the world (Rosenfeldt et al., 2015). Species identification of the organisms used in the research was made by Prof. Dr. Serap SALER, a faculty member of the Fisheries Faculty of Fırat University. *G. pulex* organisms they were collected with dip nets from side arms of Munzur River in Tunceli, Turkey. Before the experimental study, organisms were adapted in the stock aquarium for least 30 days in a climate-controlled indoor environment at 18 ± 0.5 °C and a 12:12 light: dark cycle. Throughout adapt time, individuals were fed on refuted willow leaves. The organisms were checked per 24 h.

Acute toxicity (LC₅₀): For all experiments carried out in this study, *G. pulex* samples that have reached reproductive maturity from adapted organisms were selected as healthy ones. Care was taken to ensure that the selected samples were male individuals who had reached the maturity of the sex and completed the shell change (W:0.08±0.001g, L:1.03±0.02mm). Ten organisms individuals were used for all concentration groups and replications, including the control group. In this study was used static non-renewal tests (Weber, 1991). Ten organisms were exposed in 1 L glass vessels to concentrations of different Cd concentrations of 96 h. LC₅₀ values at temperatures of 10, 14 and 18 °C were determined for *G. pulex* specimens after interval determination tests. The organisms were not fed during the experiments. The organisms were checked daily and dead individuals were counted and removed. LC₅₀ experiments were repeated three times for each temperature.

Experimental design: The LC₅₀ value was determined experimentally for each of 10, 14 and 18 °C. Interval determination was performed for each temperature. Cd concentrations of µg per liter were prepared for temperatures (Table 1).

Table 1. Concentration ranges used to determine LC₅₀.

Temperature	Control	Concentrations (µg L ⁻¹)						
10°C	0.0	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	52.5	55.0
14°C	0.0	37.5	40.0	42.5	45.0	47.5	50.0	52.5
18°C	0.0	30.0	32.5	35.0	37.5	40.0	42.5	45.0

Statistical analysis: The obtained data were calculated by probit analysis in SPSS packet (ver. 24.0) program ($p < 0.05$) and LC_{50} values were determined for 96 hours (Weber, 1991).

RESULTS and DISCUSSION

Gammarus species are used to develop models that can be used for risk assessment of varying chemical concentrations (Ashauer et al., 2007; Beketov & Liess, 2008; Demirci, 2018).

When the effect of temperature on the acute toxicity of Cd is examined, the LC_{50} values of Cd at 10, 14 and 18°C are shown in Table 1.

Mortality rates: In this study, the death rates of Cd concentrations were determined for 96 hours at 10°C (Figure 1). The average mortality rates in three replicated experiments were determined as 0., 13.3, 33.3, 43.3, 53.3, 63.3, 76.7 and 86.7, respectively, depending on the concentrations (0.0 (control), 45.0, 47.5, 50.0, 52.5, 55.0, 57.5 and 60.0 $\mu\text{g L}^{-1}$ Cd).

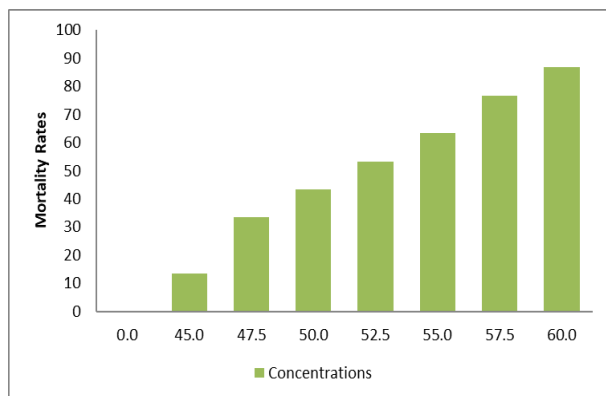


Figure 1. Mortality rates of *G. pulex* exposed to Cd at 10°C for 96 h.

In this study, the death rates of Cd concentrations were determined for 96 hours at 14°C (Figure 2). The average mortality rates in three replicated experiments were determined as 0., 10.0, 23.3, 36.7, 53.3, 56.7, 73.3 and 90.0, respectively, depending on the concentrations (0.0 (control), 40.0, 42.5, 45.0, 47.5, 50.0, 52.5 and 55.0 $\mu\text{g L}^{-1}$ Cd).

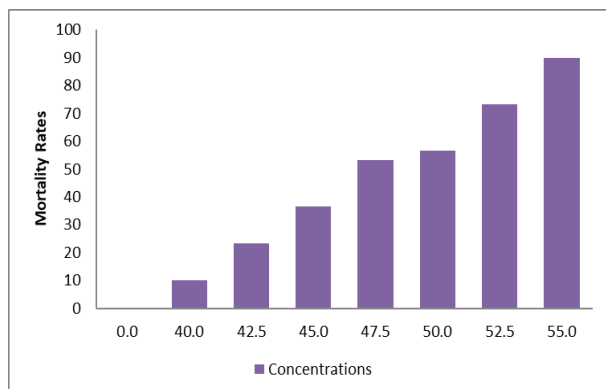


Figure 2. Mortality rates of *G. pulex* exposed to Cd at 14°C for 96 h.

In this study, the death rates of Cd concentrations were determined for 96 hours at 18°C (Figure 3). The average mortality rates in three replicated experiments were determined as 0., 13.3, 33.3, 46.7, 56.7, 70.0, 76.7 and 86.7, respectively, depending on the concentrations (0.0 (control), 40.0, 42.5, 45.0, 47.5, 50.0, 52.5 and 55.0 $\mu\text{g L}^{-1}$ Cd).

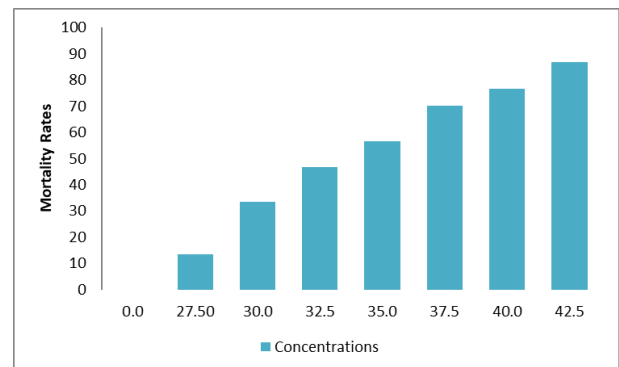


Figure 3. Mortality rates of *G. pulex* exposed to Cd at 18°C for 96 h.

Acute toxicity values: The LC_{50} value of the Cd at 10°C was found to be $51.79 \pm 1.2 \mu\text{g L}^{-1}$, the lower band value was $49.03 \pm 1.3 \mu\text{g L}^{-1}$ and the upper band value was $54.43 \pm 1.3 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figure 1).

The LC_{50} value of the Cd at 14°C was found to be $47.67 \pm 0.7 \mu\text{g L}^{-1}$, the lower band value was $45.27 \pm 0.7 \mu\text{g L}^{-1}$ and the upper band value was $50.10 \pm 0.7 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figure 4).

The LC_{50} value of the Cd at 18°C was found to be $33.93 \pm 0.7 \mu\text{g L}^{-1}$, the lower band value was $31.39 \pm 0.8 \mu\text{g L}^{-1}$ and the upper band value was $37.00 \pm 0.8 \mu\text{g L}^{-1}$ (Table 2).

Table 2. LC_{50} values of Cd at temperatures of 10, 14 and 18°C belonging to *G. pulex* individuals

Temperature	LC_{50} Value ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Lower Band ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Upper Band ($\mu\text{g L}^{-1}$)
10°C	51.79 ± 1.2	49.03 ± 1.3	54.43 ± 1.3
14°C	47.67 ± 0.7	45.27 ± 0.67	50.10 ± 0.7
18°C	33.93 ± 0.7	31.39 ± 0.8	37.00 ± 0.8

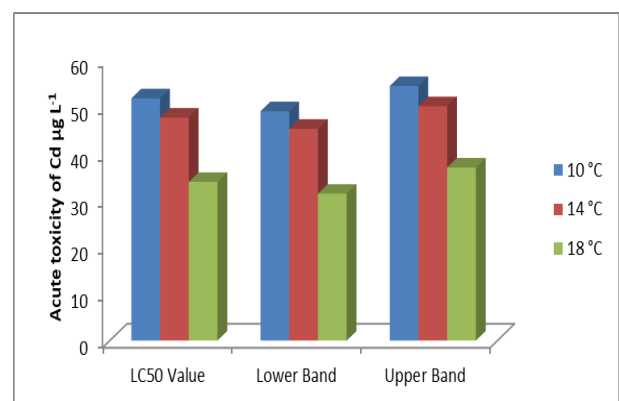


Figure 4. Temperature-dependent LC_{50} values of cadmium.

Toxicology examines the damage and destructive effects of physical or chemical agents on living organisms. In this context, aquatic toxicology tests aim to determine at

what concentration any substance harms organisms on aquatic organisms (Karataş, 2005).

Bat et al., (2000) determined the LC₅₀ values of zinc (Zn), copper (Cu) and lead (Pb) toxicity in freshwater amphipods at *G. pulex* at three different temperatures (15, 20 and 25 ° C). They reported that LC₅₀ values were decreased with temperature. Zauke, (1982) investigated the relationship between Cd's acute toxicity to seasonal variation and environmental variables in *Gammarus tigrinus* natural populations and reported that there is a relationship between Cd concentration and water temperature. Piazza et al. (2016), conducted a study to evaluate the nature of the toxicity test in the study, in particular, the temperature and salinity changes in the presence of a toxic substance, and the environmental impact of information on the role of these parameters. Changes in temperature and salinity were observed separately, regardless of whether reference toxic substances were present, to obtain initial information the final test results. As a result, they reported that temperature and salinity were effective on organisms. Qiu & Qian, (1999) were indicated that *Amphitrite amphitrite* at the larval stage is significantly affected by temperature, as well as markedly by both survival and development. Nasrolahi et al. 2013, showed that model organism low temperature and low salinity stress affects larval growth after 7 and 40 days and that these environmental changes can directly affect. In this study, the changes in the toxic effect of the calculated Cd were found to interact with the temperature increase (Figure 1). In this study, similar results were found in the previous literature.

CONCLUSIONS

Many factors that cause chemical pollution arising from various industrial activities, which accumulated in living organisms, can be transported in ecosystems from in the lowest of the food chain to in the top ring chain of the food chain (Demirci, 2013).

Physiological factors, such as temperature can be an important actor in ecotoxicological analyses when exposed to the stressors of organisms (Piazza et al., 2016).

In this study, it was determined that Cd heavy metal has a toxic effect to *G. pulex* aquatic indicator living individuals even at very low concentrations. The effect of Cd on organisms increased with the increase in temperature. With this study, it is estimated that global warming, which is one of the environmental problems of today, will affect all aquatic and hence land life.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Scientific Research Project Coordination Unit of Munzur University under project number DRTUB015-01. We thank Prof. Dr. Serap SALER, because of the test organism species diagnosis.

REFERENCES

- Ashauer, R., Boxall, A.B. & Brown, C.D. (2007).** New ecotoxicological model to simulate survival of aquatic invertebrates after exposure to fluctuating and sequential pulses of pesticides. *Environmental Science & Technology*, **41**, 1480-1486.
- Asri, F.Ö., Sönmez, S. & Çıtak, S. (2007).** Kadmiyumun çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Derim*, **24**(1), 32-39.
- Bat, L., Akbulut, M., Çulha, M., Gündoğdu, A. & Satılmış, H.H. (2000).** Effect of temperature on the toxicity of zinc, copper and lead to the freshwater amphipod *Gammarus pulex pulex* (L., 1758). *Turkish Journal of Zoology*, **24**(4), 409-416.
- Beketov, M.A. & Liess, M. (2008).** Acute and delayed effects of the neonicotinoid insecticide thiacloprid on seven freshwater arthropods. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, **27**(2), 461-470.
- Cold, A. & Forbes, V.E., (2004).** Consequences of a short pulse of pesticide exposure for survival and reproduction of *Gammarus pulex*. *Aquatic Toxicology*, **67**(3), 287-299.
- Çetinkaya, O. (2005).** Akuatik toksikoloji: Karataş, M.(Ed), *Balıkbiyodenyeleri. balık biyolojisi araştırma yöntemleri. No: 4, Bölüm: 7*, 169-218s, Nobel Yayınevi, Ankara, Türkiye.
- Del Valls, T.A., Blasco, J., Sarasquete, M.C., Forja, J.M. & Gómez-Parra, A., (1998).** Evaluation of Heavy Metal Sediment toxicity in littoral ecosystems using juveniles of the fish *Sparus aurata*. *Ecotoxicology and environmental safety*, **41**(2), 157-167.
- Demirci, Ö. (2013).** *Çeşitli pestisitlerin Gammarus kischineffensis'in antioksidan enzim sistemi ve bazı biyobelirteçler üzerine etkisi*, (Doktora tezi). Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Diyarbakır, Türkiye, 152s.
- Demirci, Ö. (2018).** İmidakloprit ve asetamiprit'in *Gammarus kischineffensis* (Amphipoda: Crustacea) üzerine akut toksik etkisinin değerlendirilmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **8**(3), 85-92.
- Demirsoy, A. (1998).** *Yaşamın Temel Kuralları, omurgasızlar invertebrate (böcekler dışında)*, Cilt I- Kısım I, İkinci baskı.
- Duffus, J.H. (1980).** *Environmental toxicology*, Edward Arnold (Publishers) Ltd.164p.
- Heath, A.G. (1995).** *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC Press Inc., Florida, 359p.
- Hilmy, A.M., Shabana, M.B. & Daabees, A.Y. (1985).** Bioaccumulation of cadmium: toxicity in *Mugil cephalus*. *Comparative biochemistry and physiology. C, Comparative pharmacology and toxicology*, **81**(1), 139-144.

- Karataş, M. (2005).** *Balık biyolojisi araştırma yöntemleri / Fish biology research methods*. Nobel Yayınları (772), 498.
- Katalay, S. & Parlak, H. (2002).** Su kirliliğinin, *Gobius niger* Linn., 1758 (Pisces: Gobiidae)'in kan parametreleri üzerine etkileri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, **19**(1-2), 115-121.
- Kazancı, N., Girgin, S., Dügel, M. & Oğuzkurt, D. (1997).** *Akarsuların çevre kalitesi yönünden değerlendirilmesinde ve izlenmesinde biyotik indeks yöntemi*. İmaj Yayıncılık, Ankara, 100 s.
- Mol, S. & Doğruyol, H. (2012).** İklim değişikliğinin su ürünlerine ve tüketimine etkisi. *Journal of Fisheries Sciences*, **6**(4), 341-356.
- Moraitou-Apostolopoulou, M. & Verriopoulos, G. (1982).** Individual and combined toxicity of three heavy metals; Cu, Cd, and Cr for the marine copepod *Tisbe holothuriae*. *Hydrobiologia*, **87**, 83-87.
- Nasrolahi, A., Pansch, C., Lenz, M. & Wahl, M. (2013).** Temperature and salinity interactively impact early juvenile development: a bottleneck in barnacle ontogeny. *Marine Biology*, **160**, 1109-1117.
- Nemsock, J.G., Hughes G.M., (1988).** The effect of copper sulphate on some biochemical parameters of rainbow trout. *Environmental Pollution*, **49**, 77-85.
- Piazza, V., Gambardella, C., Canepa, S., Costa, E., Faimali, M. & Garaventa, F. (2016).** Temperature and salinity effects on cadmium toxicity on lethal and sublethal responses of *Amphibalanus amphitrite nauplii*. *Ecotoxicology and environmental safety*, **123**, 8-17.
- Rosenfeldt, R.R., Seitz, F., Zubrod, J.P., Feckler, A., Merkel, T., Lüderwald, S. & Bundschuh, M. (2015).** Does the presence of titanium dioxide nanoparticles reduce copper toxicity? A factorial approach with the benthic amphipod *Gammarus fossarum*. *Aquatic Toxicology*, **165**, 154-159.
- Tokatlı, C. (2012).** *Emet Çayı su, sediment ve bazı balık türlerinde ağır metal birikimlerinin araştırılması*, (Doktora tezi). Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, Türkiye, 227s.
- Türkoğlu, M. (2008).** *Van Gölünden alınan su, sediment ve İnci Kefali (Chalcalburnus tarichi, Pallas, 1811) örneklerinde bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması*, (Yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Van, Türkiye 59s.
- Qiu, J.W. & Qian, P.Y. (1999).** Tolerance of the barnacle *Balanus amphitrite amphitrite* to salinity and temperature stress: effects of previous experience. *Marine Ecology Progress Series*, **188**, 123-132.
- Weber, C.I. (Ed.). (1991).** Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. Cincinnati, Ohio: *Environmental Monitoring Systems Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency*, P197.
- Zauke, G.P. (1982).** Cadmium in Gammaridae (Amphipoda: Crustacea) of the rivers Werra and Weser-II: Seasonal variation and correlation to temperature and other environmental variables. *Water Research*, **16**(6), 785-792.

***Corresponding author's:**

Osman SERDAR

Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 62000 Tunceli, Turkey.

E-mail : oserdar@munzur.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-1744-8883>

GSM : +90(505) 695 93 34

Range Expansion of *Equulites popei* (Whitley 1932) Along the Mediterranean Coast of Turkey

Deniz ERGÜDEN* Mevlüt GÜRLEK Ali UYAN Servet Ahmet DOĞDU Cemal TURAN

İskenderun Technical University, Marine Sciences and Technology Faculty, İskenderun, Hatay, Turkey

*[ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2597-2151](https://orcid.org/0000-0002-2597-2151), [ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1949-7670](https://orcid.org/0000-0003-1949-7670)
[ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9308-3324](https://orcid.org/0000-0001-9308-3324), [ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2939-5838](https://orcid.org/0000-0003-2939-5838), [ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9584-0261](https://orcid.org/0000-0001-9584-0261)

Received date: 15.07.2019

Accepted date: 21.10.2019

How to cite: Ergüden, D., Gürlek, M., Uyan, A., Doğdu, S.A. & Turan, C. (2019). Range Expansion of *Equulites popei* (Whitley 1932) Along the Mediterranean Coast of Turkey. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 371-375.
Atıf yapmak için: Ergüden, D., Gürlek, M., Uyan, A., Doğdu, S.A. & Turan, C. (2019). Türkiye'nin Akdeniz Sahilleri Boyunca *Equulites popei*'nin (Whitley 1932) Alan Genişlemesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 371-375.

Abstract: On 26 October 2018, two specimens of *Equulites popei* (Whitley, 1932) were collected at a depth of 30 m from Yumurtalık coast, İskenderun Bay and other two specimens were captured by trammel net at a depth of 38 m in the vicinity of Antalya Bay on 17 March 2019. *Equulites popei* previously mistaken as *Equulites elongatus*, is a lessepsian migrant to the eastern Mediterranean Sea. The present study is the first confirmed reports of the species from İskenderun Bay and Antalya Bay, Mediterranean coast of Turkey. Besides, this report is the first observation for these locations and fills another gap in the distribution range of the species. All measurements and counts as well as morphological and color descriptions of *E. popei* agree with previous descriptions. The occurrence of this species in the Mediterranean Sea is the result of migration from the Red Sea via the Suez Canal.

Keywords: Eastern Mediterranean, Leionathidae, new record, Ponyfish, Lessepsian.

Türkiye'nin Akdeniz Sahilleri Boyunca *Equulites popei*'nin (Whitley 1932) Alan Genişlemesi

Öz: 26 Ekim 2018'de, Yumurtalık sahili, İskenderun Körfezi'nden 30 m derinlikte iki adet *Equulites popei* örneği (Whitley, 1932) yakalandı ve diğer iki örnek, Antalya Körfezi civarında, 38 m derinlikte trol ağları tarafından 17 Mart 2019 avlandı. Daha önce *Equulites elongatus* olarak kabul edilen *Equulites popei*, Doğu Akdeniz'e bir Lessepsiyen göçmendir. Bu çalışma, Türkiye'nin Akdeniz kıyıları İskenderun Körfezi ve Antalya Körfezi'nden türün ilk teyit raporlarıdır. Ayrıca, bu rapor bu lokasyonlar için ilk gözlemdir ve türün dağılım aralığındaki bir başka boşluğu doldurmaktadır. *E. popei*'nin morfolojik ve renk tanımlarının yanı sıra tüm ölçümler ve sayımlar önceki açıklamalarla uyumludur. Bu türün Akdeniz'de ortaya çıkışı, Kızıldeniz'den Süveyş Kanalı yoluyla göç sonucudur.

Anahtar sözcükler: Doğu Akdeniz, Leionathidae, yeni kayıt, Eksi balığı, Lessepsiyen.

INTRODUCTION

Leiognathidae family is represented by a one genus with 7 valid species (Sparks & Chakrabarty, 2015; Kimura et al., 2008; Suzuki & Kimura, 2017) in the Red Sea and areas of the Indo West Pasific. Two ponyfish species have been reported from the Mediterranean, namely species, *Equulites kluzingeri* (Steindachner, 1898) and *Equulites elongatus* (Günther, 1874). Previously reported as *Equulites elongatus* (Günther, 1874) does not occur in the Red Sea and Mediterranean (Suzuki & Kimura, 2017). Golani et al., (2011), stated that *E. elongatus* is restricted to north of Australia, eastern Indonesia, and Myanmar and all also previous reports of this species from the Red Sea and the Mediterranean Sea are misidentifications of *Equulites popei*.

Equulites popei (Whitley, 1932) is a lessepsian migrant to the eastern Mediterranean Sea. Golani et al., (2011) state that the occurrence of these species in the Mediterranean Sea is the result of migration from the Red Sea via the Suez Canal.

Although *E. popei* was earlier considered a junior synonym of *Equulites elongatus* (Günther, 1874), Suzuki & Kimura (2017), the mitochondrial DNA assessment indicated that these two nominal organisms were found as distinct and indicated that they represent a monophyletic cluster separated from other *Equulites* species and that *E. popei* is also a valid species belonging to the *E. elongatus* species group.

Before the study of Suzuki and Kimura (2017) *Equulites popei*, described mistakenly in many studies as *E. elongatus* which is a lessepsian migrant to the eastern Mediterranean Sea. It was recorded for the first time on the coast of Tel Aviv, Israel in 2010 (Golani et al., 2011). After several records of the species from the Turkish marine waters were reported from Mersin Bay (Tasucu and Mersin coast) in 2014-2015 (Irmak et al., 2015; Yokeş, 2015), from the Erdemli coast, Mersin (Sakınan et al., 2017). Subsequently, it was reported from southwest coast off Tripoli, Libya in 2016 by Crocetta & Bariche et al., (2017).

In this study, although the occurrence of *E. popei* has been reported from Turkish marine waters in the northeastern Mediterranean Sea in previous years (as *E. elongatus*), until now *E. popei* has not been reported from the Iskenderun Bay (southern Mediterranean coast of Turkey) and Antalya Bay (western Mediterranean coast of Turkey). Thus, the present study is the first confirmed report of the species from Iskenderun Bay and Antalya Bay, Mediterranean coast of Turkey.

MATERIAL and METHODS

Two specimens of *E. popei* was caught in the coast of Yumurtalık, Turkey (Iskenderun Bay) by trammel net (44 mm of mesh size) at a depth of 30 m on 26 October 2018 (Coordinate; lat 36° 46' N, long 35° 50'E) (Figure 1) and

other two specimens (Figure 2) was captured in a trammel net at a depth of 38 m in Antalya coast (Belek, Antalya Bay) on 17 March 2019 (Coordinate; lat 36° 48' N, long 30° 50'E) (Figure 1). All morphometric measurements were made to the nearest 0.01 mm using digital caliper. The weights were measured with a precision scale of 0.01g. Most diagnostic features and morphometric characters were described according to Suzuki and Kimura, (2017). The specimens were deposited in 90 % ethanol solution among the Department of Marine Sciences, University of Iskenderun Technical collections (Figure 2).

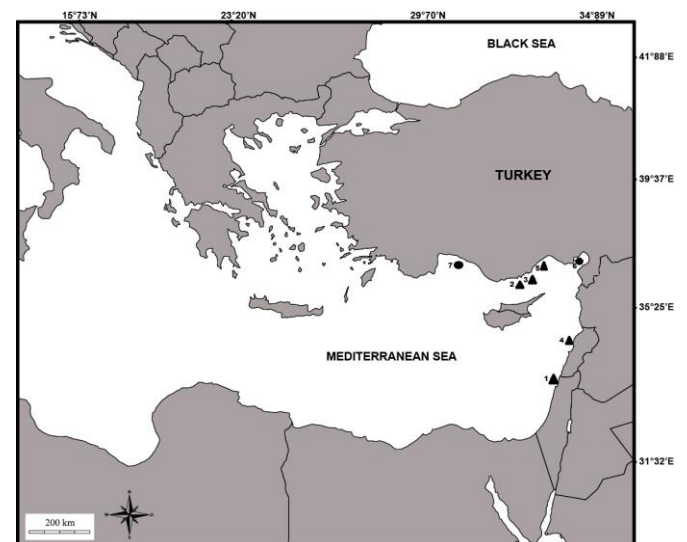


Figure 1. Map showing capture sites of (black triangles indicates the previous report and black dot indicate the present record) *Equulites popei* in the Mediterranean Sea. 1- Tel Aviv, Israel (Golani et al., 2011); 2- Mersin coast, Turkey (Yokes, 2015); 3- Tasucu,-Mersin, Turkey (Irmak et al., 2015) 4- Tripoli, Lebanon (Yokes, 2015); 5- Erdemli coast (Mersin Bay) (Sakınan et al., 2017); 6- Present study-Yumurtalık coast (Iskenderun Bay) 7- Present study-Antalya coast (Antalya Bay).



Figure 2. *Equulites popei* (Whitley 1932) specimen caught on 17 March 2019 at Belek (Antalya Bay) at a depth of 36 m.

RESULTS

Two specimens captured from Iskenderun Bay were between 71 and 66 mm standard length and the other two specimens obtained from Antalya Bay were between 80 and

77 mm standard length, during the present study (Table 1). The morphometric measurements, meristic counts and color were consistent with the description of *E. popei* given by Golani et al., (2011) and Suzuki & Kimura, (2017). All morphometric characters of the captured specimens are given in Table 1 and these results are compared with other previous publications (Golani et al., 2011; Irmak et al., 2015; Yokes, 2015; Sakman et al., 2017).

Description of the specimens: Body elongated and slender, mouth highly protrusible, snout pointed. Single dorsal fin with 8 spines and 16 rays. Anal fin with 3 spines

and 14 rays. Pectoral fin with 15-16 rays. Pelvic fin small with a single spine and five rays, its origin is slightly beyond the pectoral fin origin. Caudal fin forked.

The color of the specimen was upper body silvery brown with scattered dark blotches; lower part of body and belly silver-grey; posterior margin of operculum pale yellow; pectoral fins are pale yellow; black lines along the caudal-fin rays; posterior margin of caudal fin dark.

Table 1. Morphometric features of *Equulites popei* in Iskenderun and Antalya Bays, Turkey and compared its previous record from Erdemli coast Sakinan et al., (2017), Tasucu (Irmak et al., 2015) and vicinity of Mersin, Turkey) (Yokes, 2015) and Tel Aviv, Israel (Golani et al., 2011) the Mediterranean Sea. Morphometric measurements as proportions are given in parantheses.

Measurements	Present Study		Sakman et al., (2017)	Irmak et al., (2015)	Yokes, (2015)	Golani, (2011)
	Value (mm)					
Morphometric Characters						
Locality	Iskenderun Bay, Turkey	Antalya Bay, Turkey	Mersin Bay, Turkey	Mersin Bay, Turkey	Mersin Bay, Turkey	Tel Aviv coast, Israel
Number of specimens	2	2	40	5	8	1
TL- Total Length	90.2-81.9	98.9-96.5	104.4-87.5	-	-	-
SL- Standard Length	71.3-65.7	80.2-77.4	84.5-72.1	79.2-67.9	72.4-43.2	72.8
% in TL	(79.04-80.26)	(81.09-80.12)				
HL- Head Length	19.6-18.2	22.1-21.9	22.0-19.2	-	20.3-12.6	-
% in SL	(27.46-27.71)	(27.55-28.29)			(28.03-29.16)	
Pre.O.L – Pre-orbital Length	6.2-5.6	6.9-6.7	6.9-5.8	-	-	-
% in HL	(31.53-32.16)	(31.22-30.59)		(31.30)*		
ED – Eye diameter	7.0-5.9	8.4-8.1	8.1-6.4	-	11.8-4.3	-
in HL	(35.81-32.32)	(38.01-36.98)		(33.17)*	(58.12-34.12)	(33.33)*
Pre.D.L – Pre-dorsal length	26.8-23.7	29.7-28.9	39.1-28.7	-	30.6-15.5	-
% in SL	(37.62-36.04)	(37.03-37.33)		(37.69)*	(42.26-35.88)	
Pre.P.L – Prepectoral fin length	20.0-19.7	22.7-22.1	24.0-19.5	-	-	-
% in SL	(28.09-30.06)	(28.03-28.55)		(27.46)*		
PFL – Pectoral fin length	12.4-10.4	14.2-13.6	-	-	-	-
% in SL	(17.47-15.88)	(17.70-17.57)		(16.62)*		
Pre.A.L – Pre-anal length	38.8-35.8	43.3-41.9	-	-	-	-
% in SL	(54.37-54.54)	(53.99-54.13)		(53.20)*		
An.F.B.L. – Anal fin base length	29.5-26.3	33.2-31.6	-	-	-	-
% in SL	(41.31-40.01)	(41.39-40.82)		(42.97)*		
C.P.L. – Caudal peduncle length	2.9-2.8	3.3-3.1	-	-	-	-
% in SL	(4.06-4.26)	(4.11-4.01)		(3.78)*		
D.F.O.B.D. – Dorsal fin origin at body depth % in SL	18.6-15.1	20.9-19.6	-	-	-	-
	(26.05-23.05)	(26.06-25.32)		(26.10)*		(27.02)*
Pelvic fin insertion to anal fin origin % in SL	25.5-23.2	28.8-27.7	-	-	-	-
	(35.76-35.31)	(35.91-35.78)				
Pelvic fin insertion to the center of anus % in SL	9.3-8.5	10.2-9.7	-	-	-	-
	(13.04-12.93)	(12.72-12.53)				
Weight (g)	6.60-5.40	7.10-6.90	-	-	-	-
Meristic Characters						
Dorsal fin rays	VIII+16	VIII+16	VIII+16	-	VIII+16	VIII+16
Pectoral fin rays	16-15	16	15	14-16	16	12
Pelvic fin rays	I+5	I+5	I+5	-	I+5	I+5
Anal fin rays	III+14	III+14	III+14	-	III+14	III+14
Lateral line scales	8-12/13-18	8-12/13-18	-	-	-	-
(Above /Below)						

*This measurements are given as mean.

DISCUSSION

The genus *Equulites* is a genus of ponyfishes distributed wide geographic ranges extending from the North West Pacific south to North Australia, Indo-West Pacific,

Red Sea, and Western Mediterranean (Sparks & Chakrabarty, 2015; Froese & Pauly, 2019).

The native range of *E. popei* includes from Japan, Philippines, Malaysia (Sabah), Thailand (Gulf of Thailand),

Oman, the Red Sea, and Mozambique (Jayabalan et al., 2010; Jawad et al., 2013; Fricke et al., 2019).

Ponyfishes are widely distributed in the shallow coastal regions in the Indo-West Pacific, from surface down to 170 m (Yokes, 2015). In the Mediterranean (Turkey coast), Yokes, (2015) reported of *E. popei* as at depths of 45 m and 90 m and indicated that it can inhabit in deeper waters. In this study, we captured the ponyfish specimens of *E. popei* by trammel net at depths of 30-36 m from Iskenderun and Antalya Bays. However, the depth recordings of our obtained samples are similar to the depth recordings of the samples obtained from the Mediterranean Sea (Golani et al., 2011) and slightly different from the depth recordings of the samples obtained from the Mersin coast (Irmak et al., 2015; Yokes, 2015).

E. popei is a small non-commercial fish species typically inhabits in shallow areas. This species feeds on bottom invertebrates (Froese & Pauly, 2019). *E. popei* shows a lessepsian migrant to the eastern Mediterranean Sea (Golani et al., 2019), and now, is it widespread all the Mediterranean Sea. *Equulites popei* can be distinguished from the other lessepsian member of the Leiognathids by the coloration having pattern of dorsolateral dark markings on body, elongated body shape and highly protrusible mouth (Suzuki & Kimura, 2017).

Equulites popei is highly similar to *E. elongatus* in having large eyes, short postorbital head length and lightly expanding neural and hemal spines of the fourth preural centrum (Suzuki & Kimura, 2017). *E. popei* differ from *E. elongatus* in having a dorsolateral body with large dark blotches rarely forming ring marks (0-2) and few (0-5) dark spots smaller than a half of pupil diameter (vs.1-9 and 0-14) and also *E. popei* has counts of scales above and below the lateral line (8-13 and 12-19) compared with *E. elongatus* (vs. 5-9 and 9-14). Besides, *E. popei* is distinguished from *E. elongatus* in having distance from pelvic-fin insertion to center of anus 35-50% of the distance from pelvic-fin insertion to anal-fin origin (vs. 30-42%) (Suzuki & Kimura, 2017).

Comparing our four specimens of *E. popei* with the eight specimens and five specimens obtained by Yokes, (2015) and Irmak et al., (2015), it is clear that the body measurements of the samples obtained by Irmak et al., (2015) are similar to the ranges of the body measurements obtained from our study, but these ranges are slightly different from the samples taken from Mersin Bay (Yokes, 2015; Sakıman et al., 2017), (Table 1). On the other hand, the eye diameter is wider and Pre-dorsal length is slightly larger in the Mersin specimens compared with the Yumurtalık and Antalya specimens (Table 1).

Recently, many invasive fish species has entered from the Atlantic, Pacific and Red Sea to the Mediterranean Sea (Golani et al., 2019) and many species have invaded the Mediterranean species, and settled in this area, because, the

occurrence of this species from the northeastern part of the Mediterranean Sea might be due to changing trophic or ecological conditions of these marine ecosystem (Turan et al., 2016). Golani, (1998) stated that many lessepsian fish migrants are characterized by their high mobility and high reproduction.

Nowadays, *E. popei* is considered as a successful invader distributed throughout the Mediterranean Sea (Golani et al., 2011; Irmak et al., 2015; Yokes, 2015). In addition, the present record of *E. popei* in the Eastern Mediterranean coast of Turkey indicated the southern and western extension of the species and this report is the first observation for the Iskenderun Bay and Antalya Bay fills another gap in the distribution range of the species.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Livestock General Directorate of Agricultural Research and Policies (Project No: TAGEM-16/AR-GE/21) for financial support.

REFERENCES

- Crocetta, F. & Bariche, M. (2017).** *First detection of Parupeneus forsskali in the Aegean Sea by visual census.* In: Gerovasilieou V, Akel E.H.Kh, Akyol O, Alongi G, Azevedo F, Babali N, Bakiu R, Bariche, M, Bennoui A, Castriota L, Chintiroglou CC, Crocetta F. et al. (Eds), *New Mediterranean Biodiversity Records (July 2017), Mediterranean Marine Science, 18(2)*, 355-384p, Attiki, Greece.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & Van der Laan, R. (eds) (2019).** Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. Online Version, Updated 3 June 2019. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. (05 June 2019).
- Froese, R. & Pauly, D. (2019).** Fishbase. Available at <http://www.fishbase.org>. (05 June 2019).
- Golani, D. (1988).** Impact of Red Sea fish migrantsthrough the Suez Canal on the aquatic environment of the eastern Mediterranean. *Bulletin of the Yale School of Forestry and Environmental Studies, 103*, 375-387.
- Golani, D., Fricke, R. & Appelbaum-Golani, B. (2011).** First record of the Indo-Pacific slender ponyfish *Equulites elongatus* (Günther, 1874) (Perciformes: Leiognathidae) in the Mediterranean. *Aquatic Invasions, 6*, S75-S77.
- Golani, D., Orsi-Relini, L, Massuti, E., Quignard, J.P., Dulčić, J. & Azzurro, E. (2019).** CIESM Atlas of Exotic Fishes in the Mediterranean. <http://www.ciesm.org/atlas> (05 June 2019).

- Irmak, E., Engin, S., Seyhan, D. & Özden, U. (2015).** First record of the Slender Pony Fish, *Equulites elongatus* (Günther, 1874) (Osteichthyes: Leiognathidae), from the Turkish coast of the Levantine Sea. *Zoology in the Middle East*, **61**(4), 386-388.
- Jawad, L. A., Al-Mamry, J. M., Al-Mamary, D.S., & Al-Rasady, E.H. (2013).** First record of the slender ponyfish, *Equulites elongatus* (Günther, 1874) (Family: Leiognathidae) from the coasts of Muscat City at the Sea of Oman, Sultanate of Oman. *Journal of Applied Ichthyology*, **29**, 456-459.
- Jayabalan, N., Zaki, S. & Al-Kharusi, L.H. (2010).** First record of the slender ponyfish *Equulites elongatus* from the Arabian Sea coast of Oman. *Marine Biodiversity Records*, **3**(1-3), e125.
- Kimura, S., Motomura, H. & Iwatsuki, Y. (2008).** *Equulites* Fowler 1904, a senior synonym of *Photoplagios* Sparks, Dunlap, and Smith 2005 (Perciformes: Leiognathidae). *Ichthyological Research*, **55**, 204-205.
- Sakınan, S., Karahan, A. & Ok, M. (2017).** Integration of DNA barcoding for the initial recordings of Lessepsian fishes: a case study of the Indo-Pacific slender ponyfish *Equulites elongatus*. *Journal of Fish Biology*, **90**, 1054-1061.
- Sparks, J.S. & Chakrabarty, P. (2015).** Description of a new genus of ponyfishes (Teleostei: Leiognathidae), with a review of the current generic-level composition of the family. *Zootaxa*, **3947**, 181-190.
- Suzuki, H. & Kimura, S. (2017).** Taxonomic revision of the *Equulites elongatus* (Günther 1874) species group (Perciformes: Leiognathidae) with the description of a new species. *Ichthyological Research*, **64**(3), 339-352.
- Turan, C., Erguden, D. & Gürlek, M. (2016).** Climate change and biodiversity effects in Turkish seas. *Natural and Engineering Sciences*, **1**(2), 15-24.
- Yokes, M.B. (2015).** First record of the Indo-Pacific slender ponyfish *Equulites elongatus* (Günther, 1874) (Perciformes: Leiognathidae) from Turkey. *BioInvasions Records*, **4**(4), 305-308.

***Corresponding author's:**

Deniz ERGÜDEN

Iskenderun Technical University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Iskenderun, Hatay, TURKEY

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

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

Tel : +90 (326) 614 16 93

Fax : +90 (326) 614 18 77

The Effects of Some Synthetic Adhesives on the Formaldehyde Emission of the Particleboard

Mehmet BAHAROĞLU

Recep Tayyip Erdogan University, Vocational School of Technical Sciences, At Meydanı, 53020, Rize, TURKEY

 <https://orcid.org/0000-0002-0151-4615>

Received date: 27.08.2019

Accepted date: 30.10.2019

How to cite: Baharoğlu, M. (2019). The effects of some synthetic adhesives on the formaldehyde emission of the particleboard. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 376-379.

Atf yapmak için: Baharoğlu, M. (2019). Bazı sentetik tutkalların yongalevhanın formaldehit emisyonu üzerine etkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 376-379.

Abstract: The formaldehyde emission is the one of the major problems of the particleboard industry that harms to human health and environment. The purpose of this study was to determine the effect of the adhesive type on the formaldehyde emission of three-layered particleboard. The urea formaldehyde (UF), phenol formaldehyde (PF) and melamine-urea formaldehyde (MUF) adhesives were used as adhesives. Black poplar (*Populus nigra*) was used as wood raw material. The panels produced with PF and MUF adhesives had the required level of formaldehyde emission value specified in EN 312-2 (1996) and these panels could be classified as E-1 grade particleboard. The particleboard samples produced with UF adhesive had more than the formaldehyde emission value required for E-1 class particleboards.

Keywords: Environment, formaldehyde emission, particleboard, thermosetting adhesives.

Bazı Sentetik Tutkalların Yongalevhanın Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkileri

Öz: Formaldehit emisyonu, yongalevha endüstrisinin insan sağlığına ve çevreye zarar veren en büyük sorunlarından biridir. Bu çalışmanın amacı, tutkal türünün üç tabakalı yongalevhanın formaldehit emisyonu üzerindeki etkisini belirlemektir. Tutkal türü olarak üre formaldehit (ÜF), fenol formaldehit (FF) ve melamin-üre formaldehit (MÜF) kullanılmıştır. Odun hammaddesi olarak Karakavak (*Populus nigra*) kullanılmıştır. FF ve MÜF yapıştırıcılarla üretilen paneller, EN 312-2 (1996) 'de belirtilen formaldehit emisyon değerine sahip olduğundan E-1 sınıf yongalevha olarak sınıflandırılabilir. ÜF tutkalı ile üretilen yongalevha örneklerinin formaldehit emisyon değeri ise, E-1 sınıf yongalevhalar için belirtilen değerden daha fazla bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Çevre, formaldehit emisyonu, termosetting tutkallar, yongalevha.

INTRODUCTION

Particleboard, since it has a homogeneous structure, easy processing properties and it is used in building and especially in furniture production, it is a wood composite material preferred by manufacturers (Baharoğlu et al., 2012; Yang et al., 2007). Another preferred reason of particleboard is its cheap cost due to the use of cheap raw materials such as low cost wood and other lignocellulosic materials in its

production. Due to the above-mentioned features, the demand for particleboard is increasing every year throughout the world (Ciannamea et al., 2017).

The most widely used adhesives in particleboard production; urea formaldehyde (UF), phenol formaldehyde (PF) and melamine-urea formaldehyde (MUF). These are classified as the thermosetting adhesives. The PF glue has a

large using are such as: wood composites, bonding of insulations materials, electrical and automotive parts, indoor and outdoor applications. Besides, PF adhesives have good bonding properties, thermal stability and high resistance to moisture. UF glue has low resistance to moisture as well as being cheap and is therefore suitable for internal use (Sheng et al., 2008; Bardak et al., 2011). MUF adhesives commonly use in the wood composite panel industry because of their low cost short curing cycle and higher resistance to moisture according to UF adhesive. MUF adhesive is suitable for both indoor and outdoor applications (Jiang & Lu, 2017). The above-mentioned glues have a disadvantage other than these properties. It is also the formaldehyde emission. The formaldehyde emission affects negatively environment and human health (Que et al., 2013). During the production of particleboard and during the use of the final products produced from these particleboards, formaldehyde is released. Workers are affected by formaldehyde emissions during the production of particleboard in the factory. In addition, users are also affected by the formaldehyde emission of products produced from the particleboard used in indoors, such as furniture. The US Environmental Protection Agency declared formaldehyde as a priority pollutant (Moubarik et al., 2012). Formaldehyde was recognized as "carcinogenic to humans (Group 1)" in 2004 by the International Agency for Research on Cancer (IARC). Formaldehyde can cause some diseases such as irritation on the eyes and nose, asthma, headache, throat irritation and cancer (Baharoglu et al., 2012; Costa et al., 2013). Besides, the formaldehyde emission was recognized as a reason of the sick house syndrome in 1983 by World Health Organization (Ghani et al., 2018).

The manufacturers of wood composite materials, glue manufacturers and researchers have studied to reduce the harmfulness of formaldehyde emission to the environment and human health.

Pizzi et al. produced a new type of adhesive from the tannin they obtained from pine bark and spruce. They analyzed the values of formaldehyde emission by producing a single-layer particleboard with this adhesive. At the end of this study, the value of the formaldehyde emission in the particleboard produced with these adhesives was lower than that of the particleboard produced with conventional glues (Pizzi et al., 1994). In another study, the produced particleboards were heated at 50 and 60°C for 6 and 12 hours. After this process, the formaldehyde emission values of the heat treated particleboard samples were found to be lower than untreated particleboard samples (Jiang et al., 2017). Some researchers added nanoparticles (nanosilica, nanoalumina, and nanozinc oxide) to urea formaldehyde and melamine urea formaldehyde resin. So, these adhesives were reinforced with those nanoparticles. After this process, particleboard samples were produced and detected the value of formaldehyde emission. According to detected

formaldehyde values, adding nanoparticles reduced the formaldehyde emission (Candan & Akbulut, 2013). Pirayesh et al. stated that, the using of almond and walnut shell in the mix of particleboard mat caused reducing formaldehyde emission. They reported that, the extractives in the shell of almond and walnut could cause decreasing the formaldehyde emission of particleboard panels (Pirayesh et al., 2013). The other way to decrease formaldehyde emission is the addition of some materials named "scavengers" to the wood particles or the resin such as sodium metabisulfite, ammonium bisulfite and urea (Costa et al., 2013). Park et al. investigated the effects of formaldehyde to urea mole ratio on the some properties of particleboard. They synthesized urea adhesives at different mole ratios. According to their test results, decreasing of the mole ratio of formaldehyde to urea caused decreasing in the free formaldehyde amount (Park et al., 2006). Researchers produced the particleboards with corn flour/NaOH and mimosa tannin/hexamine adhesives. The formaldehyde emission levels were found lower than those of the boards made with urea formaldehyde adhesive (Moubarik et al., 2013). The purpose of this study was to determine the effect of the adhesive type on the formaldehyde emission of three-layered particleboard.

MATERIAL and METHODS

Black poplar (*Populus nigra*) was used as wood raw material in this study. The trees obtained from Trabzon in Turkey. The trees was harvested the city of Trabzon in the eastern Black Sea region of Turkey. Firstly, bark of the trees was peeled. After debarking, the trees were chipped using a ring type flaker before the chips were reduced into smaller particles using a hammer mill. The particles were dried to 3% moisture content in a dryer. The dried particles were classified into two sizes using a 3.0–1.5–0.5 mm openings vibrating screen for the core and face layers. In the next process, resin was applied with a pneumatic spray gun. Three types of adhesives were used in the production of the particleboard panels. The urea formaldehyde (UF), phenol formaldehyde (PF) and melamine-urea formaldehyde (MUF) adhesives were used as adhesives. MUF resin was at Formaldehyde/(Melamine+Urea) molar ratio of 1.08 and solid content of 44.7%. The viscosity was 300–550 mPa.s and pH was 7.67. PF resin was at Formaldehyde/Phenol molar ratio of 1.3 and solid content of 63%. The viscosity was 60 cps and pH was 9.3. UF resin was at Formaldehyde/Urea molar ratio of 1.2 and solid content of 65%. The viscosity was 142 cps and pH was 7.95. Based on the oven-dried chip weight, a 11-wt.% resin was used for the surface layer particles and a 9-wt.% resin was used for the middle layer particles. For the resin hardener, ammonium sulfate (concentration: 25%) was used as a resin hardener during the blending process by about 1% based on the solid amount of adhesive. The shelling ratio of the particleboard

mat was 40%. The mats were hot pressed at a temperature of 150 °C for 6 min at 25 kg/cm² with a panel thickness of 12 mm. Any hydrophobic materials and other additive materials were used during panel production. Two particleboard panels were produced for each of the groups. The produced particleboard panels had the dimensions 550 mm × 550 mm × 12 mm and were conditioned at 20 °C and 65% humidity for three weeks. The experimental design is presented in Table 1.

The formaldehyde emission test was performed on the test samples according to EN 120-1 (1994). The formaldehyde emission was measured via the perforator method. The formaldehyde test was repeated in triplicate for each parameter.

A simple variance analysis with a 95% confidence level was used to determine the significant effects of the adhesive types on the formaldehyde emissions of the particleboard. A Newman Keuls test was conducted to compare the board groups that showed a significant difference.

Table 1. Experimental Design for Particleboard Production.

Particleboard Group	Amount of Adhesive (%)		Adhesive Type
	Surface Layer	Core Layer	
A	11	9	0,650 Urea Formaldehyde
B	11	9	0,650 g/cm ³ Melamine-Urea Formaldehyde
C	11	9	0,650 g/cm ³ Phenol Formaldehyde

RESULTS and DISCUSSION

The average formaldehyde emission values and statistical analysis results are given in Table 2. Statistical analysis showed significant differences between the average formaldehyde emission values of the samples at 95% confidence level. The differences between the groups are given in Table 2 as letters.

Table 2. The average formaldehyde emission values.

Type of Particleboard	Target Density of Particleboard (g/cm ³)	Formaldehyde Emission (mg/100g)
A	0,650	10,45 a (0,06)
B	0,650	7,13 b (0,08)
C	0,650	3,02 c (0,04)

The values in parentheses are the standard deviation; different letters in the same column indicate statistical differences at the 95% confidence level

According to formaldehyde emission test results of particleboard panels the highest formaldehyde emission value was detected from Group A was made with urea formaldehyde adhesive (10,45 mg/100g). The group C had the lowest formaldehyde emission value produced with phenol formaldehyde adhesive (3,02 mg/100g). The formaldehyde emission value of the group B was 7,13

mg/100g produced with melamine-urea formaldehyde adhesive. According to EN 312-2 (1996) standard, the maximum permissible formaldehyde content for E1-grade formaldehyde emissions is 8 mg of CH₂O/100 g for oven-dried particleboard samples. B and C type panels had the required level of formaldehyde emission value specified in EN 312-2 (1996). These panels could be classified as E-1 grade particleboard. The formaldehyde emission value could be low due to the strong adhesive bond formation due to the crosslinking structure of methylene bridges formed during the curing of PF resin used in particleboard samples (El Mansouri et al., 2007). Hydrolysis as an adverse reaction in amino resins such as UF and MUF is the main cause of formaldehyde emissions in these resins. In addition, acid catalysts used to hardening in amino resins cause an increase in formaldehyde emissions. However, the melamine in the MUF adhesive is more stable against hydrolysis (Conner & Service, 2013; Salem et al., 2011). Therefore, formaldehyde emission of particleboard produced with MUF adhesive may be lower than those produced with UF.

CONCLUSIONS

1. The adhesive type significantly affected the formaldehyde emission value of the particleboard.
2. Because of the lower formaldehyde emission the particleboards produced with MUF and PF adhesives were found to have an E1- grade formaldehyde emission, which is suitable for internal use.
3. UF glued particleboards are not suitable for internal use since they have higher formaldehyde emission values than those specified for E-1 grade particleboards according to EN 312-2 (1996).

REFERENCES

- Baharoğlu, M., Nemli, G., Sari, B., Bardak, S. & Ayırlmış, N. (2012).** The influence of moisture content of raw material on the physical and mechanical properties, surface roughness, wettability, and formaldehyde emission of particleboard composite. *Composites Part B: Engineering*, **43**, 2448-2451. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.10.020>.
- Bardak, S., Sari, B., Nemli, G., Kırıcı, H. & Baharoğlu, M. (2011).** The effect of decor paper properties and adhesive type on some properties of particleboard. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, **31**, 412-415.
- Bardak, S., Sari, B., Nemli, G., Kırıcı, H. & Baharoğlu, M. (2011).** The effect of decor paper properties and adhesive type on some properties of particleboard.

- International Journal of Adhesion and Adhesives*. **31**, 412-415.
- Ciannamea, E.M., Marin, D.C., Ruseckaite, R.A. & Stefani, P.M. (2017)**. Particleboard Based on Rice Husk: Effect of Binder Content and Processing Conditions. *Journal of Renewable Materials*. **5**, 357-362. <https://doi.org/10.7569/jrm.2017.634125>.
- Conner, A.H. (2013)**. Urea-Formaldehyde Adhesive Resins. *Polymeric Materials Encyclopedia*. **34**, 8497-8501.
- Costa, N.A., Pereira, J., Ferra, J., Cruz, P., Martins, J., Magalhães, F.D., Mendes, A. & Carvalho, L.H. (2013)**. Scavengers for achieving zero formaldehyde emission of wood-based panels. *Wood Science and Technology*. **47**(6), 1261-1272. <https://doi.org/10.1007/s00226-013-0573-4>.
- El Mansouri, N.E., Pizzi, A. & Salvadó, J. (2007)**. Lignin-based wood panel adhesives without formaldehyde. *Holz als Roh- und Werkstatt*. **65**, 65-70. <https://doi.org/10.1007/s00107-006-0130-z>.
- EN 120-1 (1994)**. "Determination of formaldehyde content in fiberboard by using perforator method," *European Standards*, Brussels, Belgium.
- EN 312-2 (1996)**. "Particleboards. Specifications. Part 2: Requirement for general purpose boards for use in dry conditions," *European Standards*, Brussels, Belgium.
- Ghani, A., Ashaari, Z., Bawon, P. & Lee, S.H. (2018)**. Reducing formaldehyde emission of urea formaldehyde-bonded particleboard by addition of amines as formaldehyde scavenger. *Building and Environment*. **142**, 188-194. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.06.020>.
- Jiang, C., Li, D., Zhang, P., Li, J., Wang, J. & Yu, J. (2017)**. Formaldehyde and volatile organic compound (VOC) emissions from particleboard: Identification of odorous compounds and effects of heat treatment. *Building and Environment*. **117**, 118-126. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.03.004>.
- Jiang, J. & Lu, X. (2017)**. Effect of blocked polyurethane prepolymer on properties of MUF-particleboard made from high moisture particles. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. **78**, 189-194. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2017.07.002>.
- Moubarik, A., Mansouri, H.R., Pizzi, A., Charrier, F., Allal, A. & Charrier, B. (2013)**. Corn flour-mimosa tannin-based adhesives without formaldehyde for interior particleboard production. *Wood Science and Technology*. **47**, 675-683. <https://doi.org/10.1007/s00226-012-0525-4>.
- Moubarik, A., Pizzi, A., Charriera, F., Allala, A., Badia, M., Mansouri, H.R. & Charrier, B. (2012)**. Mechanical characterization of industrial particleboard panels glued with cornstarch-mimosa tannin-urea formaldehyde resins. *Journal of Adhesive Science and Technology*. **27**(4), 1-7. <https://doi.org/10.1080/01694243.2012.711739>.
- Park, B.D., Kang, E.C. & Park, J.Y. (2006)**. Effects of formaldehyde to urea mole ratio on thermal curing behavior of urea-formaldehyde resin and properties of particleboard. *Journal of Applied Polymer Science*. **101**(3), 1787-1792. <https://doi.org/10.1002/app.23538>.
- Pirayesh, H., Khanjanzadeh, H. & Salari, A. (2013)**. Effect of using walnut/almond shells on the physical, mechanical properties and formaldehyde emission of particleboard. *Composites Part B: Engineering*. **45**(1), 858-863. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2012.05.008>.
- Pizzi, A., Valenezuela, J. & Westermeyer, C. (1994)**. Low formaldehyde emission, fast pressing, pine and pecan tannin adhesives for exterior particleboard. *Holz als Roh- und Werkstatt*. **52**, 311-315. <https://doi.org/10.1007/BF02621421>.
- Que, Z.L., Wang, F. Bin, Ma, L.F. & Furuno, T. (2013)**. Effect of loading ratio, conditioning time and air exchange rate on the formaldehyde emission from wood-based board using large chamber and desiccator method. *Composites Part B: Engineering*. **47**, 278-282. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2012.11.019>.
- Salem, M.Z.M., Böhm, M., Beránková, J. & Srba, J. (2011)**. Effect of some manufacturing variables on formaldehyde release from particleboard: Relationship between different test methods. *Building and Environment*. **46**(10), 1946-1953. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.004>.
- Sheng, C., Wenting, B., Shijian, T. & Yuechuan, W. (2008)**. Synthesis, characterization, and redox and electrochromic behaviors of poly(3-n-octyloxythiophene). *Journal of Applied Polymer Science*. **109**(1), 120-125.
- Yang, T.H., Lin, C.J., Wang, S.Y. & Tsai, M.J. (2007)**. Characteristics of particleboard made from recycled wood-waste chips impregnated with phenol formaldehyde resin. *Building and Environment*. **42**, 189-195. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.08.028>

*Corresponding author's:

Mehmet BAHAROĞLU

Recep Tayyip ERDOĞAN University, Vocational School of Technical Sciences, At Meydanı, 53020, Rize, TURKEY.

E-mail : mehmet.baharoglu@erdogan.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-0151-4615>

Nazik Gölü Balıkçılığı Üzerine Bir Araştırma

Adem Sezai BOZAOĞLU^{1*} Mustafa AKKUŞ¹

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 65080, Zeve Kampüsü, Van, Türkiye,
*ID: <https://orcid.org/0000-0003-4078-5159>, ID: <https://orcid.org/0000-0002-8900-9495>

Received date: 15.08.2019

Accepted date: 07.11.2019

Atıf yapmak için: Bozaoğlu, A.S. & Akkuş, M. (2019). Nazik Gölü Balıkçılığı Üzerine Bir Araştırma. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 380-386.

How to cite: Bozaoğlu, A.S. & Akkuş, M.. (2019). An investigation on lake Nazik fishery. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 380-386.

Öz: Bu çalışma Nazik Gölü balıkçılık faaliyetlerinin belirlenebilmesi için Eylül – Aralık 2018 tarihleri arasında, aktif olarak çalışan 18 balıkçı ile yüz yüze anket görüşmesi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Nazik Gölü’nde balık avcılığında 0,4 donam faktörüyle donatılmış 140 mm ağ göz açıklığına sahip fanyalı uzatma ağlarının kullanıldığı saptanmıştır. Bu ağları kullanan teknelerin ortalama yaşı 12,40±5,04 yıl, ortalama boyu 6,50±1,34 m, ortalama motor yaşı 11,61±3,97 yıl ve ortalama motor gücü 14,11±6,08 BG olarak tespit edilmiştir. Gölde yıllık 55316 kg balık avladığı belirlenmiştir. Teknelerde çalışan tayfaların ortalama sayısı 1,22±0,73 olarak tespit edilmiştir. Tayfaların %83’ünün sürekli %17’sinin ise arada bir, çalıştığı saptanmıştır. Balıkçıların %78’inin ilkokul, %22’sinin ortaokul mezunu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışan balıkçılar içerisinde lise veya üniversite mezununun olmadığı tespit edilmiştir. Balıkçılık yapanların ortalama yaşının 36,44±10,04 olduğu, %83’ünün evli ve ortalama çocuk sayısının 4,27±2,98 olduğu saptanmıştır. Ayrıca balıkçıların %61’inin balıkçılığı bırakmayı düşündükleri tespit edilmiştir. Balıkçıların en önemli sorunlarının kaçak avcılık ve avladıkları balığın düşük fiyata satılması olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucuna göre balıkçıların hepsinin ikinci bir işinin olduğu belirlenmiştir. Özellikle sezonun kapalı olduğu dönemlerde çoğunluğunun inşaatta işçi olarak çalıştığı, bunun yanında hayvancılık ve tarımla da uğraştıkları tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Balıkçılık, Nazik gölü, sosyo ekonomik yapı.

An Investigation on Lake Nazik Fishery

Abstract: This study was conducted in September - December 2018 by conducting face - to - face questionnaire interviews with 18 active fishermen in order to find out the fishing activities of Lake Nazik. It was found that trammel nets with a mesh size of 140 mm equipped with a 0.4 hanging ratio were used for fishing in Lake Nazik. The average age of the boats using these nets was between 12.40 ± 5.04 years, while the length was between 6.50 ± 1.34 m. On the other hand, it was found out that the average motor age was between 11.61 ± 3.97 years and the average motor power was between 14.11 ± 6.08 BG. It was revealed that 55316 kg of fish are caught in the lake annually. The average number of crews working on boats was found to be between 1.22 ± 0.73. It was found that 83% of the crews worked continuously, and 17% worked occasionally. 78% of the fishermen were primary school graduates, and 22% were secondary school graduates. In addition, it was found that there were no high school or university graduates among the working fishermen. The average age of the fishermen was between 36.44 ± 10.04, 83% of them were married and the average number of children was 4.27 ± 2.98. In addition, 61% of fishermen reported that they were thinking to stop fishing. The most important problems of the fishermen were illegal fishing and the low price at which they sold fish. According to the results of the research, it was revealed that all fishermen had a second job. Especially during the off season, it was found that most of them worked as construction workers, and they were also engaged in animal husbandry and agriculture.

Keywords: Fisheries, lake Nazik, socio-economic structure.

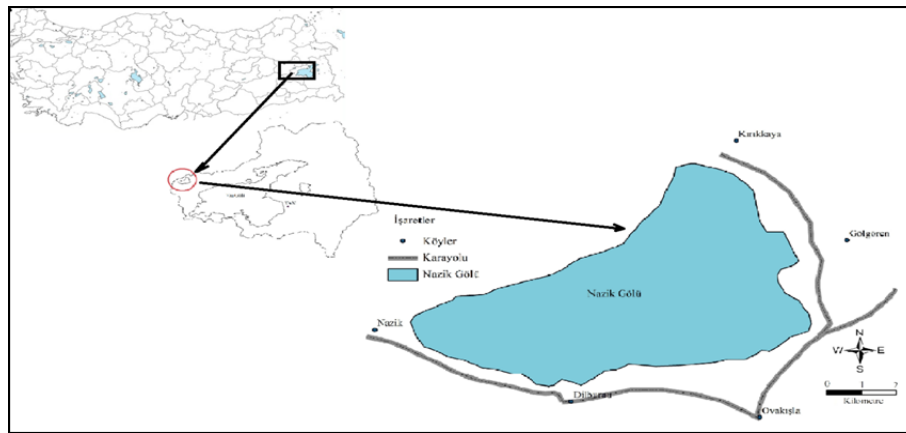
GİRİŞ

Nazik Gölü, 46 km² lik yüzölçümü ile Van Gölü havzasında bulunan en büyük tatlı su kaynağıdır. Gölde yerli tür olarak Siraz (*Capoeta capoeta*) ve inci kefali (*Alburnus tarichi*) ile göle sonradan aşıl原因an sazan (*Cyprinus carpio*) ve havuz balığı (*Carassius carassius*) yaşamaktadır (Şen, 2001). Nazik Gölü, Van Gölü havzasında Van Gölü'nden sonra en fazla avcılık yapılan alandır. Türkiye'deki 30139000 kg'lık iç sular avcılık miktarının 3528000 kg'ını siraz ve sazan oluşturmaktadır. Buda avcılık miktarının yaklaşık olarak %10'udur (TÜİK, 2018). Bu miktarın % 2'si Nazik Gölü'nden karşılanmaktadır. Nazik Gölü'nde balık avcılığında kullanılan tek av aracı fanyalı uzatma ağlarıdır. Uzatma ağları aynı zamanda, ülkemiz kıyı balıkçılığında kullanılan en önemli pasif av aracıdır. 2018 yılı verilerine göre Türkiye'de 7556 adet uzatma ağı teknesi vardır. Bu teknelerin 2831 adedi iç sularda bulunmaktadır (TÜİK, 2018). Bu teknelerin 25'i Nazik Gölü'nde avcılık yapmaktadır (SUBİS, 2018). Türkiye'de balıkçılık genel olarak büyük ölçekli ve küçük ölçekli olmak üzere iki kategoride sınıflandırılmaktadır. Nazik Gölü balıkçılığı, küçük ölçekli balıkçılık gurubunda yer almaktadır. Bu tip balıkçılık, az kazandıran ancak birçok insana iş sağlayan ve geleneklerin hakim olduğu bir iş koludur. Balıkçılık faaliyetlerinin, Nazik Gölü gibi, küçük ölçekli teknelerle gerçekleştirildiği yerlerde, etkin ve bilimsel temellere dayanan balıkçılık yönetiminin oluşturulması sektörün sürdürülebilirliği açısından hayati önem taşımaktadır (Karakuş, 2015). Balıkçılık yönetiminin başarısı, sağlıklı veri toplanması ve bunların doğru metotlarla işlenmesine bağlıdır. Bu verilerin önemli bir bölümünü biyolojik veriler, av araç gereçleriyle ilgili veriler, demografik ve sosyo-ekonomik veriler oluşturmaktadır. Ancak Türkiye'de balıkçılıkla ilgili bölgesel ve ulusal düzeyde veri kaynakları oldukça sınırlıdır ve çoğu zaman bu veriler güvenilir olmaktan uzaktır (Ünal vd., 2001). Bir bölgedeki balıkçılık yapan kişi ve balıkçı

tekneleri sayısı, av araçları çeşitliliği ve kapasitesi, avlanan türler ve av miktarları, en az avcılığı yapılan türlerin stok bilgileri kadar gerekli ve önemlidir. Bu tür verilerin sürekli alınması ve izlenmesi gerekir (Tokaç vd., 2007). Bununla beraber balıkçılık kaynaklarının yönetilmesinde etkin av gücünün bilinmesi, stokların ne kadar balıkçı teknesiyle ne tür bir avcılık baskısına maruz kaldığının ortaya konulması, sadece balıkçılık kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımını temin etmesi açısından önemli olmayıp aynı zamanda balıkçının gelirini koruması ve varlığını sürdürmesi açısından da önemlidir. Bu nedenle, her bir bölge için balıkçılık haritalarının çıkarılması, envanter çalışmalarının tamamlanması ve balıkçılıkla ilgili çalışmaların yanı sıra balıkçılarla ilgili çalışmalarında yürütülmesi gerekmektedir (Ünal, 2003). Sosyo-ekonomik açıdan büyük öneme sahip küçük ölçekli balıkçılığın sürdürülebilirliğinin sağlanması için etkin ve doğru yönetim politikalarına ihtiyaç vardır (Karakuş, 2015). Bu çalışmada, Nazik Gölü balıkçılığının sosyo-ekonomik yapısı, kullanılan av araçları ile balıkçı teknelerinin özellikleri ve gölde avlanan balık miktarı belirlenmiştir. Ayrıca mevcut sorunlar tespit edilerek çözüm önerileri sunulmuştur.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Van Gölü havzasının önemli balıkçılık alanlarından olan Nazik Gölü'nde yürütülmüştür (Şekil 1). Nazik Gölü, Doğu Anadolu Bölgesi'nde, Van Gölü'nün Kuzeybatısında yer almaktadır. Göl Bitlis ilinin Ahlat ilçesi sınırları içerisinde konumlanmıştır. Su toplama havzası 149 km² ve yüzölçümü yaklaşık 46 km² dir. Gölün en uzun doğu-batı doğrultusu 11 km kadardır. Nazik Gölü'nün, muhtemelen Bilican Dağı'ndan gelen lav akıntılarının gölün yerleştiği vadinin önünü kapatmasıyla oluştuğu tahmin edilmektedir (Alkışlar vd., 2017).



Şekil 1. Araştırma alanı.

Çalışma kapsamında, Eylül–Aralık 2018 ayları arasında, Nazik Gölü'nde aktif olarak çalışan 18 tekne sahibi

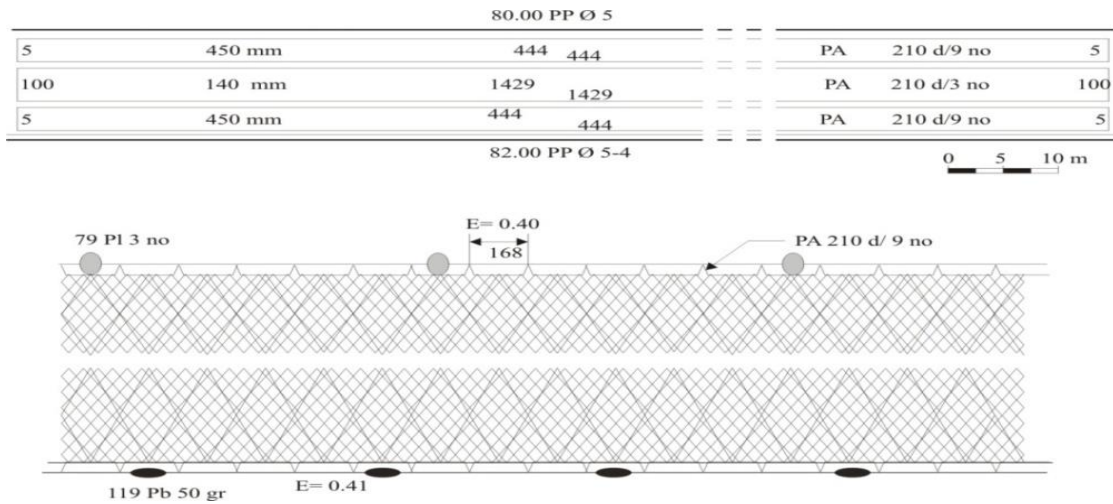
ile yüz yüze anket görüşmesi yapılmıştır. Çalışmada (Özbilgin vd., 2009) tarafından hazırlanan anket

kullanılmıştır. Anket çalışmasında gölde avlanan balık miktarı, avcılık yapılan gün sayısı, tayfaların sayısı ve çalışma durumları, balıkçıların eğitim durumları, medeni durumları, barınma durumu, balıkçılığa nasıl başladıkları, bu işi bırakmayı düşünüp düşünmedikleri, sosyal güvence durumları, çocuklarının bu işi yapmalarını isteyip istemedikleri ve bu işten başka bir iş yapıp yapmadıkları sorularına cevap aranmıştır. Ayrıca gölde kullanılan fanyalı uzatma ağlarının teknik özellikleri, avcılık operasyon bilgileri ile bu ağları kullanan teknelerin özellikleri yerinde belirlenmiştir. Kullanılan ağın teknik özellikleri FAO standartlarına göre çizilmiştir. Ağların teknik özelliklerinin çiziminde “Corel Draw 12” programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Fanyalı Uzatma Ağının Teknik Özellikleri: Nazik Gölü’nde balık avcılığında fanyalı uzatma ağlar

kullanılmaktadır. Fanyalı uzatma ağları temel olarak tor, fanya, mantar yaka ve kurşun yakadan oluşmaktadır. Bu ağların bir postası, 80 m uzunluğunda ve torun her iki tarafında fanya bulunmaktadır. Ağlarda kullanılan torlar; 210 denye 3 numara ip kalınlığında, Poliamid (PA), 140 mm tam göz boyunda ve ağın derinliği 100 adet gözden oluşmaktadır. Fanyalar ise; 210 denye 9 numara ip kalınlığında, PA, 450 mm tam göz boyunda ve 5 göz derinliğindedir. Mantar yakada 80 m uzunluğunda Polipropilen (PP) 5 mm çaplı ana halat ile 79 adet plastik (Pl) 3 numara siyah renkli yüzdürücü kullanılmaktadır. Kurşun yakada ise; 82 m uzunluğunda Polipropilen (PP) 5 mm çaplı ana halat ve PP 4 mm çaplı koşma halatı ile 119 adet 50 gr lık kurşun (PB) kullanılmaktadır. Bu uzatma ağı mantar yakaya %40, kurşun yakaya ise %41 donam faktörü ile donatılmıştır. Mantar yakada çako boyu 168 mm, kurşun yakada ise 172 mm olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Fanyalı uzatma ağının teknik planı.

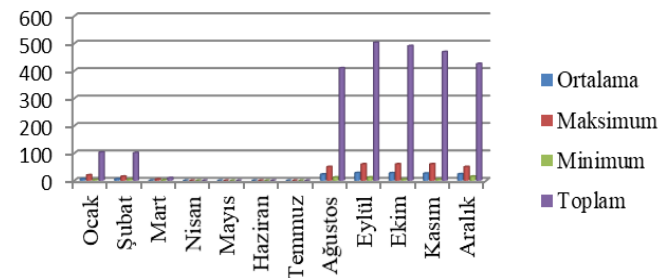
Balıkçı Teknelerinin Özellikleri: Nazik Gölü’nde aktif olarak çalışan tekneler sacdan yapılmış olup, teknelerin ortalama yaşı 12,40±5,04 yıl, ortalama boyu 6,50±1,34 m, ortalama motor yaşı 11,61±3,97 yıl ve ortalama motor gücü 14,11±6,08 BG olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Nazik Gölü balıkçı teknelerinin özellikleri.

Teknelerin Özellikleri	Ort±SH
Tekne Yaşı (yıl)	12.40±5.04
Tekne Boyu (m)	6.50±1.34
Makine Yaşı (yıl)	11.61±3.97
Makine Gücü (HP)	14.11±6.08

Aylara Göre Avlanan Balık Miktarı: Nazik Gölü’nde yapılan anket sonuçlarına göre 18 teknenin yıllık 55316 kg balık avladığı tespit edilmiştir. Günlük avladıkları ortalama balık miktarı değerlendirildiğinde, en yüksek avcılık miktarı Eylül’de 503±16,05 kg, en düşük avcılık miktarı ise 10±1,42 kg ile Mart’ta gerçekleşmiştir. 15 Mayıs - 15 Ağustos tarihleri arasında gölde balık avcılığı yasaktır. Diğer aylarda ise sırasıyla Ekim’de 491±16,08 kg, Kasım’da

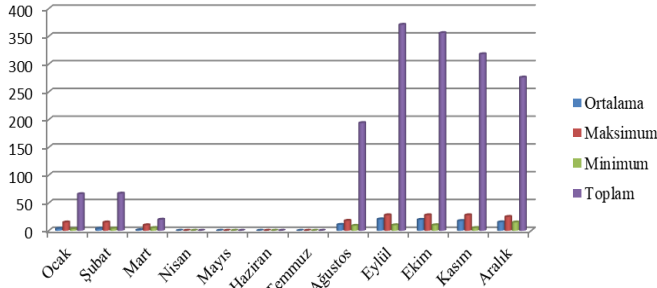
469±18,31 kg, Aralık’ta 426±19,06 kg, Ağustos’ta 410±15,1 kg, Ocak’ta 103± 6,07 kg ve Şubat’ta 101±5,51 kg balık avlandığı saptanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Nazik Gölü’nde aylara göre avlanan balık miktarı (kg).

Avcılık Yapılan Gün Sayısı: Balıkçıların avcılığa çıktıkları ortalama gün sayısı incelendiğinde, en fazla avcılığa 20,61±4,94 gün ile Eylül’de, en az avcılığa ise 1,10±2,74 gün ile Mart ayında çıktıkları saptanmıştır. Diğer avcılığa çıktıkları ortalama gün sayısı ise sırası ile Ekim’de 19,77±4,80 gün, Kasım’da 17,66±7,49 gün, Aralık’ta

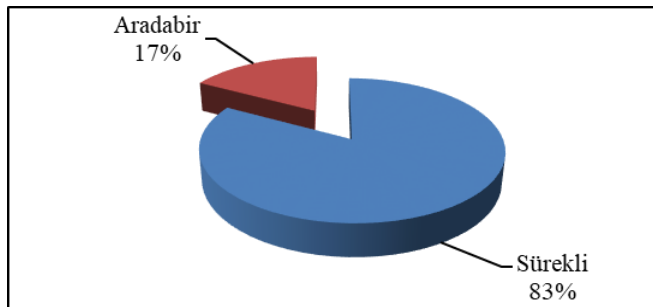
15,33±10,28 gün, Ağustos'ta 10,70±4,74 gün, Şubat'ta 3,70±4,36 gün ve Ocak'ta 3,60±4,37 gün olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4. Avcılık yapılan gün sayısı

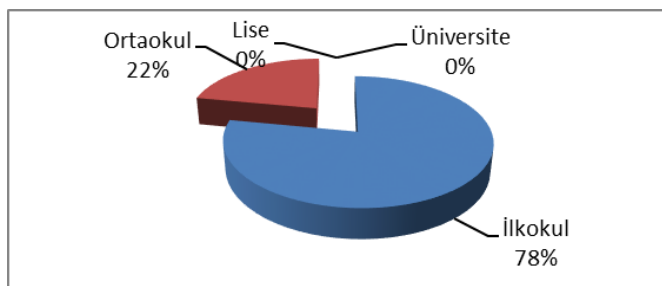
Avcılık Operasyon Bilgileri: Balıkçılarla yapılan anket sonuçlarına göre, ağların ortalama 18-20 saat suda kaldığı tespit edilmiştir. Genellikle saat 12:00 de atılan ağların ertesi sabah saat 6:00 da kaldırıldığı belirlenmiştir. Balıkçıların ağlarını 1-9 kulaç arasındaki derinliklere bıraktıkları belirlenmiştir. Balıkçı teknelerin hiçbirinde ağ tamburu olmadığı için ağların el ile atılıp toplandığı tespit edilmiştir.

Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Yapısı: Nazik Gölü'nde teknelerde çalışan tayfaların ortalama sayısı 1,22±0,73 olarak tespit edilmiştir. Tayfaların %83'ünün sürekli %17'sinin ise arada bir çalıştığı saptanmıştır. Ayrıca çalışanların tamamının pay karşılığı çalıştığı tespit edilmiştir (Şekil 5).



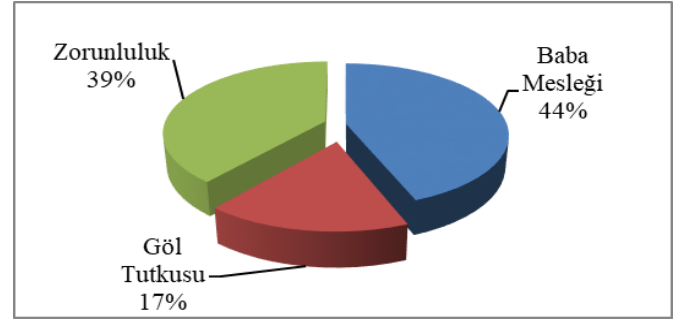
Şekil 5. Tayfaların çalışma şekli.

Nazik Gölü'nde balıkçıların %78'inin ilkökul, %22'sinin ortaokul mezunu olduğu saptanmıştır. Ayrıca çalışan balıkçılardan lise veya üniversite mezununun olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Balıkçıların eğitim durumları.

Çalışmada, Nazik Gölü'nde balıkçılık yapanların ortalama yaşının 36,44±10,04 olduğu, %83'ünün evli ve ortalama çocuk sayısının 4,27±2,98 olduğu saptanmıştır. Balıkçıların %95'inin ev sahibi olduğu tespit edilmiştir. Nazik Gölü'ndeki balıkçıların %44'ünün baba mesleği olduğu için, %17'sinin göl tutkusu nedeni ile %39'unun ise başka bir iş imkânı olmadığı için zorunlu olarak balıkçılığa başladığı tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Balıkçıların bu mesleğe nasıl başladıkları.

Nazik Gölü'nde balıkçıların %89'unun sağlık sigortasının olmadığı, bunun yerine hepsinin yeşil kartının olduğu saptanmıştır. Balıkçıların büyük bir kesimi balıkçılığın devlet tarafından yeteri kadar desteklenmediğini beyan etmişlerdir. Balıkçılardan hiçbirinin balıkçılık kredisi kullanmadığı tespit edilmiştir. Tüm balıkçılar ürünlerini kooperatife verdiklerini beyan etmişlerdir. Pazarlamada en sık karşılaştıkları sorunun düşük fiyat olduğu saptanmıştır. Ankete katılan balıkçıların %89'u çocuklarının bu işi yapmasını istemediğini belirtmişlerdir. Ayrıca balıkçıların %61'inin balıkçılığı bırakmayı düşündükleri tespit edilmiştir. Balıkçıların en önemli sorunlarının kaçak avcılık ve avladıkları balığın düşük fiyata satılması olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre balıkçıların hepsinin ikinci bir işinin olduğu belirlenmiştir. Özellikle sezonun kapalı olduğu dönemlerde çoğunluğunun inşaat işi olarak çalıştığı, bunun yanında hayvancılık ve tarımla da uğraştıkları tespit edilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Avlanan balığın büyük bir kısmını sazan ve sirazin oluşturduğu saptanmıştır. İç sularda yapılan araştırmalarda, Ulubat Gölünde 2006 yılında 642500 kg balık avlandığı saptanmıştır (Çınar, 2010). Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesi'nde Şubat 1998-Nisan 1999 tarihleri arasında yapılan bir çalışmada 12 tür ve alt tür balığın avlandığı ve bunların bir avlanma sezonunda toplam 446701000 kg istihsal edildiği bildirilmektedir (Duman ve Çelik, 2001). Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesinde 2008-2009 yılı avlanma sezonunda yapılan bir araştırmada 154800 kg balık avlandığı belirlenmiştir. Nazik Gölü'nde avlanan balık miktarı bu çalışmalarda avlanan balık miktarlarına göre oldukça düşüktür. Göllerdeki balık miktarı sıcaklık, birincil üretim ve

morfolojik yapı gibi ekolojik etkene bağlı olarak değişmektedir. Bu etkenler arasında sıcaklık en başta gelmektedir (Avşar, 2005). Nazik Gölü ülkemizin en soğuk bölgelerinden birisi olan doğu Anadolu Bölgesinde ve 1816 metre yükseklikte bulunmaktadır. Düşük sıcaklık sucul ortamlardaki birincil üretimi azaltmakta ve göllerin barındırabilecekleri balık miktarını azaltmaktadır (Kerkhoff vd., 2005). Nazik Gölü'nden avlanan balık miktarının diğer göllere göre düşük olmasının öncelikli nedeninin sıcaklığa bağlı olarak verimliliğinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ege bölgesinde bulunan Demirköprü Baraj Gölü'nde 2008 - 2015 yılları arasında avlanan sazan balığının yıllık ortalama 21292,5 kg olduğu bildirilmektedir (Şen, 2016). Nazik Gölü'nün yüzölçümü ile benzer olmasına rağmen avlanan balık miktarını çok düşüktür. Bu verilere bakarak Nazik Gölü'nün sazan ve siraz stoku yönünden verimli bir göl olduğunu söyleyebiliriz. Nazik Gölü'nde kullanılan ağlarının 70 mm ağ göz genişliğinde ve multiflament özelliğe sahip fanyalı uzatma ağlar olduğu saptanmıştır. Eğirdir Gölü'nde Aralık 2009-Nisan 2010 tarihleri arasında yapılan bir çalışmada 50, 55, 60 ve 65 mm göz genişliğinde fanyalı uzatma ağlarının kullanıldığı bildirilmiştir (Çınar, 2010). Demirköprü Baraj Gölü'nde ticari balıkçıların sazan avcılığında 65, 70, 75, 80 mm göz genişliğinde multiflament uzatma ağlarını kullandıkları belirlenmiştir (Şen, 2016). Cilbiz vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada, Manyas Gölü'ndeki sazan avcılığında 50, 55, 60, 65 ve 70 mm göz açıklığında fanyalı ağlar kullanıldığı bildirilmiştir. Nazik Gölü'nde kullanılan uzatma ağlarının ağ göz açıklığı diğer çalışmalarda kullanılan ağlara yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda bazen daha küçük ağ göz genişliklerinin kullanılmasının nedeni ise çalışmanın farklı bir habitatta gerçekleştirilmesinden dolayı farklı balık boylarının olmasından kaynaklanmaktadır. Nazik Gölü'nde 32800 m fanyalı uzatma ağı kullanıldığı tespit edilmiştir. Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesinde 69900 m multiflament ağ (galsama ağı+fanyalı ağ), 53500 m ise monofilament uzatma ağı kullanılmaktadır (Dartay vd., 2010). Keban Baraj Gölü'nün Nazik Gölü'ne göre 15 kat daha büyük olması nedeniyle kullanılan ağ uzunluğunun fazla olması beklenen bir durumdur. Balıkçıların sosyo-ekonomik yapıları incelendiğinde, Nazik Gölü'nde avcılık yapan balıkçıların ortalama yaşının 36,44±10,04 olduğu tespit edilmiştir. Sağlam ve Karadal (2016) Akdeniz bölgesi için balıkçı yaşının %56 oranında 31-50 yaş aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Dartay vd., (2010), Keban Baraj Gölü için yaptıkları çalışmada balıkçıların %67'sinin 40-52 yaş aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Doğan ve Gönülal, (2011) tarafından Gökçeada için balıkçı yaşı 28-63, Yücel, (2006) Orta Karadeniz bölgesi için balıkçı yaşını 30-50 olarak bildirmiştir. Çalışmamız ile yapılan bu çalışmalar karşılaştırıldığında elde edilen bilgiler arasında benzer sonuçlar tespit edilmiştir.

Eğitim durumu incelendiğinde Nazik Gölü balıkçılarının %78'inin ilkökul mezunu olduğu saptanmıştır. Bu oran yapılan benzer çalışmalarda, Doğan ve Gönülal (2011), Ege Bölgesindeki balıkçıların %54,2'sinin ilkökul mezunu olduğunu bildirmiştir. Güngör vd., (2007), Tekirdağ ilindeki balıkçıların %64,2'sinin ilkökul, %22,2'sinin ortaokul, %13,1'inin lise eğitime sahip oldukları belirtilmiştir. Bu çalışmalarda tespit edilen eğitim durumları ile çalışmamızda saptanan eğitim durumları arasında benzerlik tespit edilmiştir. Bunun yanında İstanbul ili küçük ölçekli balıkçıların eğitim düzeyleri ise %2,4'ünün okuma yazma bilmediği, %3,6'sının okur-yazar, %40,1'inin ilkökul, %17,4'ünün ortaokul, %26,3'ünün lise ve %10,2'sinin üniversite mezunu olduğu bildirilmiştir (Doğan, 2009). Şahinler vd., (2005), Hatay (Samandağ) ilinde yaptıkları çalışmada balıkçıların %7'sinin ilkökul, %53'ünün ortaokul, %26'sının lise ve %14'ünün ise yüksekökul-üniversite mezunu olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalarda tespit edilen eğitim durumları ile çalışmamızda tespit edilen eğitim durumları arasında farklılık tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen bulgularla Nazik Gölü'nde tespit edilen farklılıkların en önemli nedeninin bölgesel farklılıklardan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Sosyal güvence durumları incelendiğinde, balıkçıların %85'inin sağlık sigortasının olmadığı tespit edilmiştir. Orta Karadeniz Bölgesi balıkçılarının %56'sının sosyal güvencesinin olduğu belirtilmiştir (Yücel, 2006). Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi balıkçılarının %61,29'unun sosyal güvencesinin olmadığı bildirilmiştir (Dartay vd., 2009). Bu çalışmalarda tespit edilen sosyal güvenlik durumları ile çalışmamızda saptanan sosyal güvenlik durumları arasında nispeten benzerlik tespit edilmiştir. Bu benzerliğin, bölgelerin yakın olmasından kaynaklandığını kanaatindeyiz. Gökçeada balıkçılarının %62'sinin sosyal güvencesinin olduğu bildirilmiştir (Doğan ve Gönülal, 2011). Akdeniz bölgesi sahil şeridi deniz balıkçılarının %72'sinin sosyal sağlık kuruluşlarına üye oldukları belirtilmiştir (Sağlam ve Karadal, 2016). Bu çalışmalarda tespit edilen sosyal güvenlik durumları ile çalışmamızda saptanan sosyal güvenlik durumları arasında farklılık tespit edilmiştir. Bunun durumun, eğitim düzeyi ve kültürel farklılığa bağlı olarak farklı bir sosyal yaşantıya sahip olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Nazik Gölü'ndeki balıkçıların barınma durumları incelendiğinde, %95'inin ev sahibi olduğu tespit edilmiştir. İskenderun bölgesi balıkçılarının %72'sinin ev sahibi olduğu belirtilmiştir. Karadeniz bölgesi kıyı balıkçıları incelendiğinde, Artvin %90, Rize %89, Trabzon %40, Giresun %78, Ordu %72, Samsun %50, Sinop %75'inin ev sahibi oldukları bildirilmiştir. Akdeniz bölgesi kıyı balıkçılığı için yapılan çalışmaya göre; Hatay ve Adana'daki balıkçıların %60'ının, Mersin'dekilerin %50'sinin, Antalya'dakilerin %69'unun ev sahibi olduğu belirtilirken, kalan kısmın kiracı olduğu bildirilmiştir (Karadal, 2014). Nazik Gölü'nde çalışan balıkçıların büyük bir kısmının ikinci

bir iş olarak inşaat, çiftçilik ve hayvancılıkla uğraştıkları tespit edilmiştir. Ayrıca balıkçılar, evlerini kendilerinin inşaa etmeleri nedeniyle evlerini düşük maliyete getirmektedirler. Ev sahiplik oranının yüksek olmasının önemli bir sebeplerinin de bu olduğu kanaatindeyiz. Balıkçılığa nasıl başladınız sorusuna Nazik Gölü balıkçılarının %40'ının baba mesleği, %15'i göl tutkusu ve %45'i zorunluluktan cevabını vermiştir. Keban Baraj Gölü balıkçıları aynı soruya %77 oranında işsizlikten, %16'sı ise baba mesleği cevabını vermiştir (Dartay vd., 2009). Doğan, (2009) İstanbul balıkçıları ile yaptığı bir çalışmada %44'ünün işsizlikten, %15'inin hobi, %14'ünün baba mesleğinden dolayı balıkçılığı seçtiklerini bildirmiştir. Doğan ve Gönülal, (2011) Gökçeada balıkçılığı için yaptıkları çalışmada balıkçıların %45'lik bölümünün deniz kenarında yaşadıkları için balıkçılık yaptıklarını bildirmiştir. Sağlam ve Karadal, (2016) Akdeniz Bölgesi sahil şeridi balıkçıları ile yaptıkları çalışmada %25'inin baba mesleği olması nedeniyle işlerini sürdürdükleri, %31'inin deniz tutkusundan kaynaklı hobi olarak balıkçılık yaptığını belirtmişlerdir. Bu çalışmalarda tespit edilen balıkçılığa nasıl başladığınız sorusuna verilen cevaplar ile çalışmamızda saptanan cevaplar arasında farklılık tespit edilmiştir. Bunun en önemli nedeninin ise bu bölgelerde yaşayan balıkçıların farklı bir çevre ve kültüre sahip olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ankete katılanların %65'i balıkçılığı bırakmak istemekte ve %90'ı çocuklarının bu işi yapmasını istemediklerini beyan etmişlerdir. Buradan da açıkça görülmektedir ki Nazik Gölü balıkçıları balıkçılığın geleceğini iyi görmemektedirler. Bu nedenle Nazik Gölü balık kaynaklarının yönetilmesinde sürdürülebilir bir balıkçılık politikasının izlenmesinin yanında balıkçının da varlığını sürdürebilmesi için etkin ve doğru yönetim politikalarına ihtiyaç vardır. Nazik Gölü'nde balıkçılarla yapılan yüz yüze anket sonuçlarına göre balıkçıların en önemli sorunlarının kaçak avcılık olduğu tespit edilmiştir. Denizlerde ve iç sularda ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen 4/1 numaralı tebliğe göre tüm iç sularda, gırgır ve manyat ağlarının kullanılması yasaktır. Fakat Nazik Gölü'nde bu ağlar yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu ağlar büyük balıkları yakalamalarının yanında, özellikle küçük boydaki bireyleri de avlayarak Nazik Gölü balık popülasyonuna ciddi zararlar vermektedir. Yasal olarak avcılık yapan balıkçıların tamamının bu durumdan rahatsız olduğu belirlenmiştir. Bu konunun çözümü için kontroller artırılmalı, daha caydırıcı cezalar uygulanmalıdır. Ayrıca, tüm toplumun bilinçlendirilmesi ile bu sorunun bir nebze çözüleceği kanaatindeyiz. Bir diğer sorun ise avlanan balığın düşük fiyata satılmasıdır. Bu durum içinde balıkçıların bir araya gelerek ortak hareket etmeleri veya balığa alternatif bir pazar bulunması olası bir çözüm olabilir. Unutulmamalıdır ki anket verileri tamamen balıkçılarla yüz yüze görüşme neticesinde alınmış bilgilerdir.

Sonuç olarak, olası bir yer, zaman veya kullanılan av araçlarının yasaklanması ya da miktarlarında yapılacak bir

kısıtlama durumunda ilgili yöneticilerin öncelikle yerinde araştırma yaparak durumu tespit etmek ve gerekirse balıkçının resmi beyanlarından yararlanmak daha akılcı bir yaklaşım olacaktır. Nazik Gölü'nde balık stokunun korunması ve sürdürülebilir bir balıkçılık için ekolojik ve biyolojik verilerin yanında sosyo-ekonomik verilerin de izlenmesi ve sürekli olarak yenilenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Alkışlar, H. Meydan, A.M., Kalugin, I., Çağatay, M.N., Darin, A., Akkol, S., Rudaya, N., Meydan, İ., Rogozin, D. & Demir, H. (2017).** Nazik Gölü dip sedimanlarının tane boyu dağılımı. 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı 2017 (s. 96). Ankara, Türkiye: Bildiriler Kitabı.
- Avşar, D. (2005).** *Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği*. Nobel Yayınevi, Adana, Türkiye, 303s.
- Cilbiz, M., Küçükçara, R., Ceylan, M., Savaşer, S. & Meke, T. (2015).** Trammel net selectivity of common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Manyas Lake, Turkey. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, **1**(1), 1-7.
- Çınar, Ş. (2010).** *Eğirdir Gölü'nde Monofilament (Tek Kat) Ve Multifilament (Çok Kat) Fanyalı Ağların Av Verimliliklerinin Karşılaştırılması*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 93s.
- Dartay, M., Duman, E. & Ateşşahin, T. (2010).** Keban Baraj Gölü Pertek bölgesi uzatma ağları balıkçılığı ve av verimi. *Journal of Fisheries Sciences.com*, **4**(4), 384-390.
- Dartay, M., Duman, E., Duman, M., & Ateşşahin, T. (2009).** The socio-economic analysis of fishermen Pertek region in Keban Dam Lake. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **26**(2), 135-138.
- Doğan, K. & Gönülal, O. (2011).** Fisheries of Gökçeada Island (Aegean Sea) and socio-economic structure of fishermen. *The Black Sea Journal of Science*, **2**(5), 57-69.
- Doğan, K. (2009).** İstanbul ilinde küçük ölçekli balıkçılığın sosyo-ekonomik analizi. Ulusal Su Günleri 2009 Sempozyumu 2009 (s 93). Elazığ, Türkiye: Bildiriler Kitabı.
- Duman, E. & Çelik, A. (2001).** Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesi'nde avlanan balıklar ve verimlilikleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **18**(1-2), 65-69.
- Güngör, G., Özen, S.Ş. & Güngör, H. (2007).** The socio-economic structure of fishery activities and seafood marketing in Marmara Sea: A case study along the coastal area of Tekirdağ province. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, **4**(3), 311-325.

- Karadal, E. (2014).** Akdeniz bölgesi (Türkiye) sahil şeridi deniz balıkçılığının sosyo-ekonomik durumu. Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, Türkiye, 133s.
- Karakuş, Y. (2015).** Avrupa Birliği'nde küçük ölçekli balıkçılığın sosyo-ekonomik durumu, yönetimi ve Türkiye ile karşılaştırılması. AB Uzmanlık Tezi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
- Kerkhoff, A.J., Enquist, B.J., Elser, J.J., & Fagan, W.F. (2005).** Plant allometry, stoichiometry and the temperature-dependence of primary productivity. *Global Ecology and Biogeography*, **14**(6), 585-598.
- Özbilgin, Y., Gökçe, G., Özbilgin, H., Çelik, O., Ünal, V. & Tokaç, A. (2007).** "Kuzeydoğu Akdeniz balıkçılığının yapısal analizi", Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, BAP-SÜF AGT (YÖ) 2007-1, (2009).
- Sağlam, N. & Karadal, E. (2016).** Akdeniz Bölgesi sahil şeridi deniz balıkçılığının sosyo-ekonomik yapısı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **12**(2), 158-169.
- SUBİS, (2018).** Su ürünleri bilgi işlem sistemi. <http://subis.tarim.gov.tr/>. (Erişim: 17.09.2018).
- Şahinler, S., Can, M.F., Görgülü, Ö. & İğne, K.D. (2005).** Samandağ ilçesinde (Hatay) balıkçılığın genel durumu, sorunları ve çözüm önerileri üzerine bir araştırma. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **17**(4), 605-615.
- Şen, F. (2001).** Nazik gölü (Ahlal-Bitlis) sazan (*Cyprinus carpio L., 1758*) popülasyonu üzerine bir araştırma (Ahlal-Bitlis-Türkiye). Atatürk Üniversitesi Doktora Tezi, Erzurum, Türkiye.140s.
- Şen, Y. (2016).** Demirköprü baraj gölü'nde sazan (*Cyprinus carpio L., 1758*) türü için kullanılan uzatma ağlarının av verimliliği ve seçiciliğinin belirlenmesi. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Türkiye.79s.
- Tokaç, A., Ünal, V., Tosunoğlu, Z., Akyol, O., Özbilgin, H. & Gökçe, G. (2007).** Ege Denizi balıkçılığının yapısal analiz. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri. 2002/SÜF/006, 161 s. Bornova, Türkiye.
- TÜİK, (2018).** Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (Erişim:12.09.2018).
- Ünal, V. (2003).** Yarı zamanlı küçük ölçekli balıkçılığın sosyo ekonomik analizi, Foça (Ege Denizi). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **20**(1-2), 165-172.
- Ünal, V., Akyol, O. & Hoşsucu, H. (2001).** Requirements for bio-economic data in fisheries management. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **18**(1-2), 243-253.
- Yücel, Ş. (2006).** Middle Black Sea region fishing and socio-economic status of fishermen. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **23**(1-3), 529-532.

***Corresponding author's:**

Adem Sezai BOZAOĞLU

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 65080, Zeve Kampüsü, Van, Türkiye.

✉-mail: sbozaoglu@hotmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-4078-5159>

GSM : +90 (533) 635 23 45

Bakır Oksit Nanopartiküllerinin *Clarias gariepinus*'da Bazı Serum Parametreleri Üzerine Etkisi

Mustafa TUNÇSOY^{1*}

¹Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü 01330 Sarıçam/Adana/Türkiye
 <https://orcid.org/0000-0001-7306-0539>

Received date: 04.09.2019

Accepted date: 30.10.2019

Atıf yapmak için: Tunçsoy, M. (2019). Bakır Oksit Nanopartiküllerinin *Clarias gariepinus*'da Bazı Serum Parametreleri Üzerine Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 4(3), 387-392.

How to cite: Tunçsoy, M. (2019). Influence of Copper Oxide Nanoparticles on Some Serum Parameters of *Clarias gariepinus*. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 387-392.

Öz: Bu çalışmada bakır oksit nanopartiküllerinin (CuO NP) 1 ve 5 ppm derişimlerinin 7 günlük süreyle etkisinde *C. gariepinus*'un serum glikoz, total protein, albumin, kolesterol, trigliserit düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Serum parametrelerinin analizinde otoanalizator cihazı kullanılmış olup, verilerin istatistik analizleri Varyans Analizi ve Student-Newman Keul's Test (SNK) testleri uygulanarak yapılmıştır.

Belirlenen süre ve derişimlerde Cu NP etkisinde balıklarda mortalite gözlenmemiştir. Deney süresi sonunda her iki derişimde de serum glikoz ve albümin düzeyleri artarken serum total protein, kolesterol ve trigliserid düzeyleri kontrole oranla azalmıştır.

Ahtar sözcükler: Bakır oksit nanopartikülleri, *C. gariepinus*, Serum parametreleri.

Influence of Copper Oxide Nanoparticles on Some Serum Parameters of *Clarias gariepinus*

Abstract: Effects of waterborne copper on serum glucose, total protein, albumin and triglyceride levels of *C. gariepinus* were determined after exposing the fish to 1 and 5 ppm copper applied as CuO nanoparticles (CuO NPs) over 7 day. Serum parameters were measured using an auto analyzer and statistical evaluation of the experimental data was carried out by Variance Analysis and Student Newman Keul's Procedure (SNK).

No mortality was observed during the experiments. Serum glucose and albumin levels increased while serum total protein, cholesterol and triglyceride levels decreased compared to control when exposed to both concentration of Cu NPs at the end of the 7th day.

Keywords: Copper oxide nanoparticles, *C. gariepinus*, Serum parameters.

GİRİŞ

Ağır metaller doğada düşük derisimlerde bulunmakla beraber, hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak artan sanayileşme su ekosistemlerinde ağır metal derisiminin artmasına neden olmuştur. Antropojenik etkiler sonucu su ekosistemlerinde derişimi artan ağır metaller su organizmaları tarafından alınarak doku birikimi ve fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere neden olmakta ve üst trofik düzeylere daha yoğun olarak aktarılmaktadır (Hu, 2000; De vd., 2010; Jorgensen, 2010).

Nanopartiküller (NP) boyutları 1 – 100 nm arasında değişen küçük boyutlu ve yüksek yüzey alanı olan partiküller olarak tanımlanırlar (Gomes vd., 2013). Kimyasal kompozisyonları göz önüne alındığında nanopartiküllerin en önemlileri karbon kaynaklı nanopartiküller ve metal içerikli metal oksit nanopartikülleridir (Klaine vd., 2008; Bhatt & Tripathi, 2011).

Metal oksit nanopartikülleri, çeşitli ticari ürünlerde diğer nanopartiküllere kıyasla en fazla kullanılan nanopartiküllerdir ve potansiyel toksisiteleri bakımından çevre ve insan sağlığı açısından büyük tehdit oluşturmaktadır (Aschberger vd., 2011). Metal oksit nanopartiküllerinin artan kullanımı sonucu bu partiküller su ortamlarına ulaşmaktadır. Biyolojik membranlardan rahatlıkla geçebilen nanopartiküller organ, doku, hücre ve moleküler düzeyde olumsuz etkilere neden olabilmektedirler (Schrand vd., 2010). Nanopartiküllerin, su ortamları ve organizmalar üzerine olumsuz etkileri son yıllarda araştırmacıların çok fazla dikkatini çekmektedir (Blaise vd., 2008; Farre vd., 2009).

Glikoz, omurgalı hayvanlarda başlıca yüksek enerjili bileşik olup, fazlası kas ve karaciğerde glikojen formunda depo edilirken, serumdaki düzeyi endokrin sistem aracılığı ile kontrol edilmektedir (Dange, 1986). Balıklarda açlık, üreme, hipoksik koşullar ve ağır metal etkisi gibi stres faktörleri, karbonhidrat metabolizmasında ve sonuçta serum glikoz düzeyinde değişimlere neden olur (Vosyliene, 1999; Kuşatan & Cicik, 2004). Albumin karaciğer orijinli bir serum proteindir ve kanın ozmotik basıncını ve pH'ını düzenlemekte ayrıca metaller, organik bileşikler ve hormonlar için taşıyıcı olarak görev yapmaktadır (Heath, 1995). Hayvansal organizmalarda kolesterol lipoproteinlerin, safra asitlerinin ve steroid hormonların başlıca yapısal bileşenini oluşturur ve ağır metaller gibi kirleticilerin etkisinde lipolizisin uyarılması sonucu serumdaki düzeyi değişim gösterir. Serum proteinleri ise organik ve inorganik bileşenlerin taşınımında görev yapar (Heath, 1995).

Metallerin çeşitli balık türleri üzerine etkisi üzerine çok sayıda araştırma bulunmasına rağmen, metal nanopartiküllerinin balık türleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalar sınırlıdır. Bu nedenle bu araştırmada bakır nanopartiküllerinin 1 ve 5 mg/L derişimlerinin 7 günlük süreyle etkisinde *C. gariepinus*'un serum glikoz, total

protein, albumin, kolesterol ve trigliserid, düzeyleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada materyal olarak kullanılan *C. gariepinus* Silifke'de bulunan özel balık yetiştirme çiftliğinden alınarak deneylerin yürütüldüğü kontrollü ortam şartlarındaki Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Ekotoksikoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Balıklar her biri 40x120x40 cm boyutlarında, içerisinde 120 L çeşme suyu bulunan stok akvaryumlar içerisinde 2 ay süreyle tutularak laboratuvar ortam koşullarına adaptasyonları sağlanmıştır. Bu süre sonunda deneyde kullanılan balıklar 22.9 ± 1.4 cm boy ve 86.9 ± 4.12 g ağırlığa ulaşmışlardır.

Adaptasyon ve deney süresince ortam sıcaklığı 25±1°C sabit tutularak 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık fotoperiyodu uygulanmıştır. Akvaryumlar merkezi havalandırma sistemi ile havalandırılmış ve balıklar günde iki kez toplam biyomasın %2 si kadar hazır balık yemi (Pınar hazır balık yemi Pelet No:2, Türkiye) ile beslenmişlerdir.

Deneyde 40x120x40 cm boyutlarında toplam 3 tane cam akvaryum kullanılmış olup her birine 120 L dinlendirilmiş metal içermeyen çeşme suyu konulmuştur. Her bir akvaryuma 3'er balık konulmuştur. İlk 2 akvaryuma son derişimleri sırası ile 1 ve 5 mg Cu/L olacak şekilde 1000 ppm CuO NP çözeltisi eklenmiştir. Üçüncü akvaryuma ise metal içermeyen dinlenmiş çeşme suyu konulup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Deney çözeltilerinin hazırlanmasında bakır oksit nanopartikülü (Sigma-Aldrich; CuO; partikül boyutu <50nm) kullanılmıştır. Deneyler süresince ortam suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

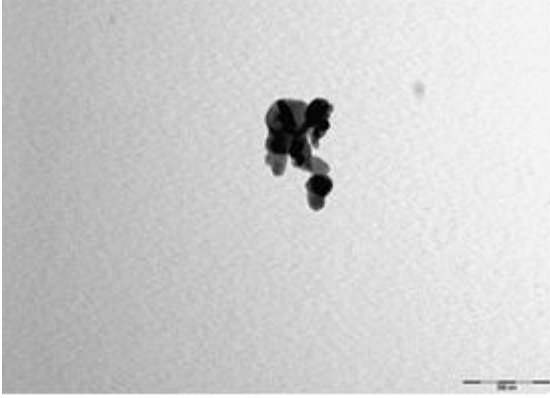
Tablo 1. Deney ortam suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Fiziksel ve kimyasal özellikleri	Miktarı
Sıcaklık (Akvaryum)	22 ± 0.5°C
Çözünmüş oksijen	7.2 ± 0.3 mg/L
Toplam alkalinite	305 ± 0.5 mg CaCO ₃ /L
pH	7.64 ± 0.4

Bakır oksit nanopartikülünün karakterizasyonunun belirlenmesinde CuO NP çözeltinin derişimi 100 mg/L olacak şekilde hem ultra saf su hem de çeşme suyu içerisinde çözülmüştür. Elde edilen karışım analizden hemen önce 15 dakika süreyle ultrasonik banyoda sonikasyona bırakılmış ve ardından analiz işlemine geçilmiştir.

Transmisyon elektron mikroskobu (TEM) analizleri için ultra saf su ile hazırlanan 100 mg/L CuO NP sonikasyona bırakılmış ardından üzeri karbon tabaka ile kaplanarak oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Partikül boyut aralığı JEOL (JEM-1011) mikroskopta görüntü analiz

yazılımı (Soft Imaging System) kullanılarak rastgele seçilmiş 60 nanopartikül analizi ile belirlenmiştir.



Şekil 1. CuO NP'nin Transmisyon elektron mikroskobu görüntüsü.

Hidrodinamik çap ve zeta potansiyeli belirlemek için ultra saf su ve çeşme suyu ile 100 mg/L CuO NP çözeltisi hazırlanmış Zetasizer Nano ZS analizatörü kullanılarak (Malvern Instruments Inc., UK) sırasıyla dinamik ışık saçılımı (DLS) ve elektroforetik ışık saçılımı (ELS) ile belirlenmiştir.

Tablo 2. CuO nanopartikül karakterizasyonu (Ortalama±Standart hata).

Partikül özellikleri	Metod	Ultra saf su	Çeşme suyu
Boyut (nm)	TEM	< 50 ^a	-
Partikül Boyut dağılımı (nm)	TEM	33.0 ± 8.3 ^b	-
Hidrodinamik çap (nm)	DLS	586.6 ± 89.4 ^b	812.8 ± 98.8 ^b
Zeta potansiyeli (mV)	ELS	-17.1 ± 0.4 ^b	-18.5 ± 2.1 ^b

^aSigma-Aldrich

^b100 mg/L CuO NP

Deneyler üç tekrarlı olarak yürütülmüş olup, deney süresince adsorbsiyon ve evaporasyon gibi nedenlerle metal çözeltilerinin derişimlerinde değışimler olabileceğinden deney çözeltileri her gün taze olarak hazırlanan stok çözeltilerinden uygun seyreltmeler yapılarak değıştirilmiştir.

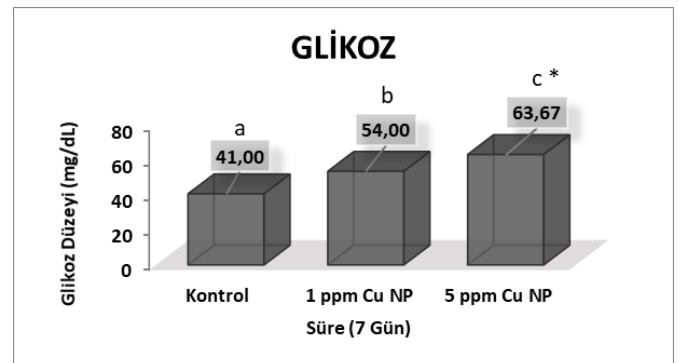
Belirlenen sürenin sonunda akvaryumların her birinden üç balık çıkarılmıştır. Daha sonra çeşme suyu ile iyice yıkanarak, kurutma kağıdı ile kurutulmuş ve kan örnekleri alınmıştır. Serum parametrelerin incelenmesinde kullanılan kan örnekleri her bir deneğın kaudal pedinkülünün vertikal doğrultuda kesilmesi yolu ile elde edilmiştir. Alınan kan örnekleri içerisinde herhangi bir antikoagülant madde bulunmayan santrifüj tüplerine aktararak 4000 dev/dak.'da 10 dakika süreyle santrifüj (Nüve, NF 400 marka) edilmiş ve serum örnekleri elde edilmiştir. Elde edilen serum örnekleri serum tüplerine aktararak analize hazır hale getirilmiş ve serum parametrelerinin analizinde Beckman Coulter DXI 800 ve DXC 800 marka otoanalizatör cihazı kullanılmıştır.

Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 21 Paket Programı kullanılarak Varyans Analizi ve Student-Newman Keul's Test (SNK) testleri uygulanarak yapılmıştır (Sokal & Rohlf, 1995).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Su ekosistemlerine giren ağır metallerin akut veya kronik etkisi balıkların doku ve organlarında birikimin yanı sıra, serumdaki biyokimyasal parametreleri de etkileyerek metabolik ve fizyolojik olaylarda değışime neden olmaktadır (Heath, 1995). Biyokimyasal parametrelerin analizi hedef organ toksisitesinin belirlenmesinin yanında organizmaların genel sağlık durumlarının belirlenmesini ve stres halindeki organizmada erken uyarı sinyallerinin alınmasını da sağlayabilir (David vd., 2010; Dube vd., 2014). Kirleticilerin etkisinde serum biyokimyasal parametrelerin incelenmesi aynı zamanda hedef organ toksisitesinde de belirleyici bir rol oynamakta (Prashanth, 2012; Dube vd., 2014) ve bu parametrelerin ağır metal toksisitesinin bir göstergesi olarak kullanılabileceğı belirtilmektedir (Fırat & Kargın, 2010a).

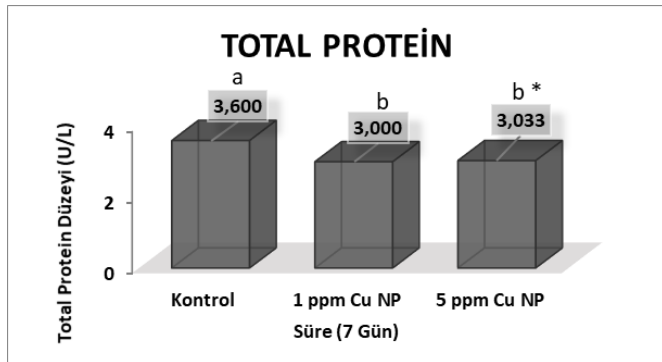
Serumdaki düzeyi endokrin sistem tarafından kontrol edilen glikoz balıklarda yaşamsal olaylar için gerekli olan enerjinin kaynağıdır ve fazlası kas ve karaciğerde glikojen formunda depo edilir (Javed & Usmani, 2013). Metal etkisi gibi stres faktörleri kortizol, epinefrin ve katekolamin gibi hormonların salınımını artırarak, karbonhidrat metabolizmasında değışikliklere neden olmaktadır (Vosyliene, 1999). Balıklarda ağır metal etkisinin strese neden olduğı, stres koşullarında enerji gereksiniminin arttığı ve bunu sonucunda bu hormonların salınımını stimule ederek glikojenlisis ile kas ve karaciğer glikojeninin mobilizasyonuna neden olduğı belirtilmektedir (Brown, 1993; Tuncsoy vd., 2016). Yapılan birçok çalışmada stres koşullarında serum glikoz düzeyinde artış meydana geldiğı belirtilmiştir (Iwama vd., 1999; Cicik & Engin, 2005; Ramesh, 2007). *S. trutta*'da bakır etkisinin ortam derişimi ve etkide kalma süresine bağılı olarak serum glikoz ve kortizol düzeylerini arttırdığı belirlenmiştir (Nemesok & Hughes, 1988). Bu çalışmada da Cu NP etkisinde serum glikoz düzeyi metal etkisine bağılı olarak her iki derişimde de artış göstermiştir (Şekil 2; P<0.05). Serum glikoz düzeyindeki bu artış metal etkisinin yarattığı stres nedeniyle enerji gereksiniminin glikojenlisisin artması sonucunda oluşan glikozdan sağlanması ile açıklanabilir.



Şekil 2. *C. gariepinus*'da Cu NP'nin 1 ve 5 ppm derişimleri etkisinde serum glikoz düzeyleri (mg/dL).

*SNK; a, b ve c ile gösterilen harfler derişimler arası ayrımı göstermek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayrım vardır.

Serum total protein düzeyinin belirlenmesi karaciğer hasarının indikatörü olarak kullanılmakla birlikte balıkların beslenme durumlarıyla ilgili bir parametredir ve ksenobiyotik kaynaklı stresin bir belirteci olarak kullanılmaktadır (Schaperclaus vd., 1992; Yang & Chen, 2003). Zaghoul vd., (2006), *C. gariepinus*, *O. niloticus* ve *T. zillii*'de serum total protein düzeyinde azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. *O. niloticus*'da 30 günlük bakır etkisinde serum total protein düzeyin azalma meydana geldiği belirtilmiştir (Öner vd., 2008). *R. quelen*'de bakırın 16 ve 29 µg/L'lik derişiminin 45 günlük etki süresinde serum glikoz düzeyinde artış gözlenirken serum total protein düzeyinde azalma meydana gelmiştir (Pretto vd., 2014). Singh ve Reddy, (1990) *H. fossilis*'de 30 günlük etki süresinde 0.25 ppm bakırın serum total protein düzeyinde azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. *C. gariepinus* ile yürütülen bu araştırmada da 1 ve 5 ppm Cu NP etkisinde serum total protein düzeyinde azalma meydana gelmiştir (Şekil 3; P<0.05). Serum total proteinindeki bu azalma metal etkisine bağlı karaciğerdeki yapısal bozulmanın bir sonucu olarak serum proteinlerinin sentezindeki inhibisyonla kaynaklandığı düşünülmektedir.



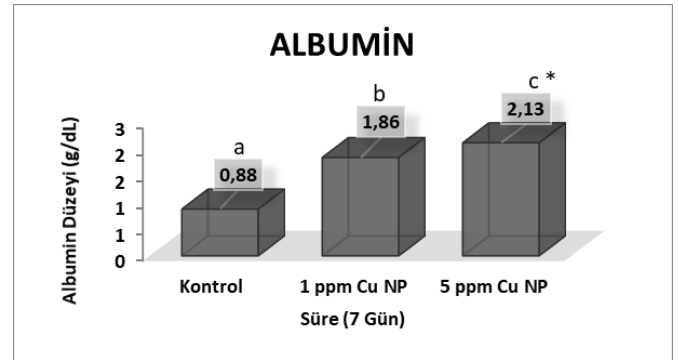
Şekil 3. *C. gariepinus*'da Cu NP'nin 1 ve 5 ppm derişimleri etkisinde serum total protein düzeyleri (U/L).

*Açıklamalar Şekil 2'de verilmiştir.

Balıklarda ağır metaller, kanda bulunan albumin, globulin ve seruloplazmin gibi proteinlere bağlanarak doku ve organlara taşınırlar. Sentez yerleri karaciğer olan albüminlerin taşıyıcı görevlerinin dışında kan ve dokular arasındaki ozmotik dengelyi sağlar ve gerektiğinde aminoasit kaynağı olarak kullanılmaktadır (Heath 1995). Chen vd. (2004), *O. niloticus*'da bakırın 7 günlük etkisinde albumin seviyesinin değişmediğini belirtmişlerdir. Fırat ve Kargın (2010b) 14 günlük metal etkisi sonunda *O. niloticus*'da serum albümin seviyesinde artış meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bu araştırmada da 7 günlük etki süresi sonunda *C. gariepinus*'da Cu NP her iki derişimde de etkisinin serum albümin düzeyinde artışa neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 4; P<0.05). Bu artışın metal etkisi süresince metal taşıyıcı proteinlerin taşıma kapasitesindeki artışa bağlı olarak sentezindeki artmadan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

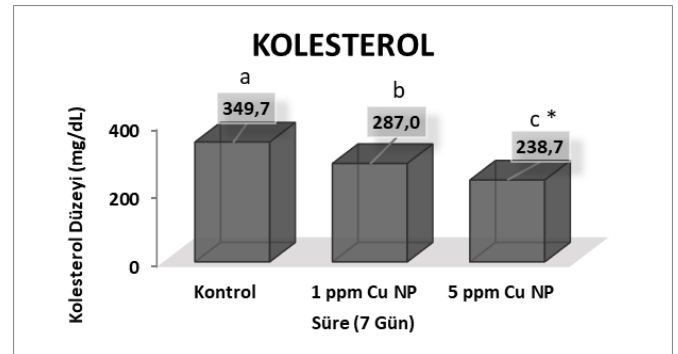
Çoğunlukla karaciğer tarafından sentezlenen kolesterol hücre membranlarının, lipoproteinlerin, safra

asitlerinin ve steroid hormonların başlıca yapısal bileşenini oluşturur (Heath., 1995) ve stres etkisindeki balıklarda çevresel stres faktörlerinin etkilerini belirlemek amacıyla kullanılır (Yang & Chen, 2003). Dutta ve Haghghi (1986) balıklarda ağır metallerin kolesterol sentezini inhibe ettiğini belirtmiştir. *C. carpio*'da metal etkisinde derişimin artmasına bağlı olarak serum total kolesterol düzeyinde önemli ölçüde düşüş gözleendiği belirtilmiştir (Shaheen & Akhtar, 2012). Heydarnejad vd., (2013) *O. mykiss*'de bakır etkisinde serum kolesterol düzeyinin azaldığını belirtmiştir. Bu araştırmada da 7 günlük etki süresi sonunda 1 ve 5 ppm'lik Cu NP etkisinde kontrole oranla serum kolesterol düzeyinde azalma belirlenmiştir (Şekil 5; P<0.05). Bu azalmanın da metal etkisine bağlı karaciğer hasarından, kolesterol sentezindeki bozulmalardan ve kolesterolün kortikosteroid hormonların sentezinde kullanılmasından ve glikoneogenezden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. *C. gariepinus*'da Cu NP'nin 1 ve 5 ppm derişimleri etkisinde serum albumin düzeyleri (g/dL).

* Açıklamalar Şekil 2'de verilmiştir

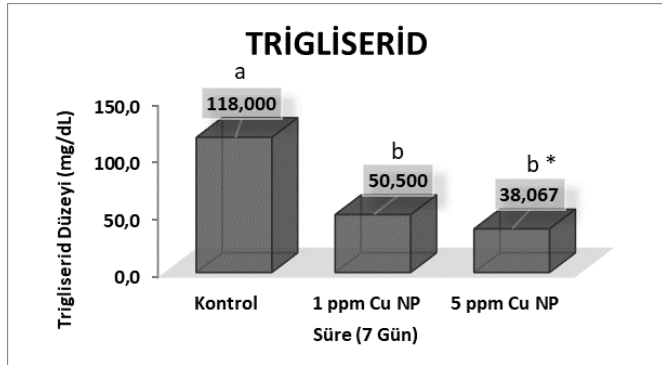


Şekil 5. *C. gariepinus*'da Cu NP'nin 1 ve 5 ppm derişimleri etkisinde serum kolesterol düzeyleri (mg/dL).

* Açıklamalar Şekil 2'de verilmiştir.

Trigliseridlerin başlıca görevi depolama ve hücresel enerjii sağlama olmakla birlikte balıkların beslenme durumunun bir belirteci olarak kullanılmaktadır (Heydarnejad vd., 2013). Öner vd., (2008) *O. niloticus*'da bakırın 20 gün süreyle etkisinde serum trigliserid düzeyinde azalma meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Artacho vd. (2007), stres altında enerji gereksiniminin karşılanması için lipit depolarının kullanıldığını belirtmektedir. Heydarnejad vd., (2013) *O. mykiss*'de bakırın 15 günlük etkisinin serum trigliserid düzeyinde azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Bu araştırmada da Cu NP etkisinde her iki derişimde de serum

trigliserid düzeyi 7 günlük etki süresi sonunda kontrole oranla azalmıştır (Şekil 6; $P < 0.05$). Bu azalma metal etkisinde enerji gereksiniminin glikoneogenezin artmasıyla ile glikojen olmayan kaynaklardan sağlanması ile açıklanabilir.



Şekil 6. *C. gariepinus*'da Cu NP'nin 1 ve 5 ppm derişimleri etkisinde serum glikoz düzeyleri (mg/dL).

*SNK; Açıklamalar Şekil 2'de verilmiştir.

Sonuç olarak teknolojik gelişmelerin ve endüstriyel atıkların artmasından kaynaklanan artan miktarlarda ağır metal kirliliği sonucu besin olarak tüketilen ve ekonomik öneme sahip bir türün fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerindeki değişimlerin periyodik olarak belirlenmesi ekosistemin yapısal bütünlüğü bakımından büyük önem taşımakla birlikte hem insan sağlığı hem de ekonomik bağlamda da önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Artacho, P., Soto-Gamboa, M., Verdugo, C. & Nespolo, R.F. (2007).** Blood biochemistry reveals malnutrition in black-necked swans (*Cygnus melanocoryphus*) living in a conservation priority area. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, **146**, 283-290.
- Aschberger, K., Micheletti, C., Sokull-Kluttgen, B. & Christensen, F.M. (2011).** Analysis of currently available data for characterising the risk of engineered nanomaterials to the environment and human health lessons learned from four case studies. *Environment International*, **37**(6), 1143-1156.
- Bhatt, I. & Tripathi, B.N. (2011).** Interaction of engineered nanoparticles with various components of the environment and possible strategies for their risk assessment. *Chemosphere*, **82**(3), 308-317.
- Blaise, C., Gagne, F. & Ferard, J.F. (2008).** Ecotoxicity of selected nanomaterials to aquatic organisms. *Environmental Toxicology*, **23**, 591-598.
- Brown, J.A. (1993).** *Endocrine responses to environmental pollutants*. In: Rankin, J.C., Jensen, F.B. (eds.) *Fish Ecophysiology*. Chapman and Hall, London, UK, s. 276-296.
- Chen, C.Y., Wooster, G.A. & Bowser, P.R. (2004).** Comparative blood chemistry and histopathology of tilapia infected with *Vibrio vulnificus* or *Streptococcus iniae* or exposed to carbon tetrachloride, gentamicin or copper sulphate. *Aquaculture*, **239**, 421-443.
- Cicik, B. & Engin, K. (2005).** The effects of cadmium on levels of glucose in serum and glycogen reserves in the liver and muscle tissues of *Cyprinus carpio* (L., 1758). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, **29**, 113-117.
- Dange, A.D. (1986).** Changes in carbohydrate metabolism in tilapia *Oreochromis mossambicus*, during short-term exposure to different types of pollutants. *Environmental Pollution*, **41**, 165-177.
- David, M., Ramesh, H., Patil, V.K., Marigoudar, S.R. & Chebbi, S.G. (2010).** Sodium cyanide-induced modulations in the activities of some oxidative enzymes and metabolites in the fingerlings of *C. carpio* (L). *Toxicological and Environmental Chemistry*, **92**, 1841-1849.
- De, T.K., De, M., Das, S., Ray, R. & Ghosh, P.B. (2010).** Level of heavy metals in some edible marine fishes of mangrove dominated tropical estuarine areas of hooghly river, north east coast of bay of Bengal, India. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **85**, 385-390.
- Dube, P.N., Shwetha, A. & Hosetti, B.B. (2014).** Impact of copper cyanide on the key metabolic enzymes of freshwater fish *Catla catla* (Hamilton). *Biotechnology in Animal Husbandry*, **30**, 499-508.
- Dutta, H.M. & Haghghi, A.Z. (1986).** Methylmercuric chloride and serum cholesterol levels in Blugill *Lepomis macrochirus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **36**, 181-185.
- Farre, M., Gajda-Schranz, K., Kantiani, L. & Barcelo, D. (2009).** Ecotoxicity and analysis of nanomaterials in the aquatic environment. *Analytical And Bioanalytical Chemistry*, **393**, 81-95.
- Firat, Ö. & Kargin, F. (2010a).** Biochemical alterations induced by Zn and Cd individually or in combination in the serum of *Oreochromis niloticus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, **36**, 647-653.
- Firat, Ö. & Kargin, F. (2010b).** Individual and combined effects of heavy metals on serum biochemistry of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **58**, 151-157.
- Gomes, T., Pereira, C.G., Cardoso, C. & Bebianno, M.J. (2013).** Differential protein expression in mussels *Mytilus galloprovincialis* exposed to nano and ionic Ag. *Aquatic Toxicology*, **136**(137), 79-90.
- Heath, A.G. (1995).** *Water pollution and fish physiology*. CRC press, Florida, USA, s. 245.

- Heydarnejad, M.S., Khosravian-Hemami, M., Nematollahi, A. & Rahnema, S. (2013).** Effects of copper at sublethal concentrations on growth and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Review of Hydrobiology*, **98**, 71-79.
- Hu, H. (2000).** Exposure to metals. *Occupational and Environmental Medicine*, **27**, 983-996.
- Iwama, G.K., Vijayan, M.M., Forsyth, R.B. & Ackerman, P.A. (1999).** Heat shock proteins and physiological in fish. *American Zoologist*, **39**, 901-909.
- Javed, M. & Usmani, N. (2013).** Assessment of heavy metal (Cu, Ni, Fe, Co, Mn, Cr, Zn) pollution in effluent dominated rivulet water and their effect on glycogen metabolism and histology of *Mastacembelus armatus*. *Springer Plus*, **2**, 390.
- Jorgensen, S.W. (2010).** A derivative of encyclopedia of ecology. In: *Ecotoxicology*. Academic Press, London, s. 390.
- Klaine, S.J., Alvarez, P.J.J., Batley, G.E., Fernandes, T.F., Handy, R.D., Lyon, D.Y., Mahendra, S., Mclaughlin, M.J. & Lead, J.R. (2008).** Nanomaterials in the environment: behavior, fate, bioavailability and effects. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **27**(9), 1825-1851.
- Kuşatan, Z. & Cıçık, B. (2004).** *Clarias lazera* (Valenciennes, 1840)'da kadmiyum'un solungaç, karaciğer, böbrek, dalak ve kas dokularındaki birikimi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **2**(12), 59-66.
- Nemcsok, J. & Hughes, G.M. (1988).** The effect of copper sulphate on some biochemical parameters of rainbow trout. *Environmental Pollution*, **49**, 77-85.
- Öner, M., Atli, G. & Canli, M. (2008).** Changes in serum parameters of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following prolonged metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) exposures. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **2**, 360-366.
- Prashanth, M.S. (2012).** Acute toxicity, behavioral and nitrogen metabolism changes of sodium cyanide affected on tissues of *Tilapia mossambica* (Peters). *Drug and Chemical Toxicology*, **35**, 178-183.
- Preto, A., Loro, V.L., Silva, V.M.M., Salbego, J., de Menezes, C.C., Souza, C.F., Gioda, C.R. & Baldisserotto, B. (2014).** Exposure to sublethal concentrations of copper changes biochemistry parameters in silver catfish, *Rhamdia quelen*, (Quoy & Gaimard, 1824). *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*, 392-399.
- Ramesh, M., Senthil Kumaran, S., Kavith, C., Saravanan, M. & Mustafa, A. (2007).** primary stress responses of common carp, *Cyprinus carpio* exposed to copper toxicity. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, **37**, 81-85.
- Schaperclaus, W., Kulow, H. & Schreckenbach, K. (1992).** In: Fish diseases, vol. 1. Rotterdam, *Septicemia of Fish, Fish Disease Leaflet*, **68**, 1-24.
- Schrand, A.M., Rahman, M.F., Hussain, S.M., Schlager, J.J., Smith, D.A. & Syed, A.F. (2010).** Metal-based nanoparticles and their toxicity assessment. *Wiley Interdisciplinary Reviews-Nanomedicine and Nanobiotechnology*, **2**(5), 544-568.
- Shaheen, T. & Akhtar, T. (2012).** Assessment of chromium toxicity in *Cyprinus carpio* through hematological and biochemical blood markers. *Turkish Journal of Zoology*, **36**, 682-690.
- Singh, H.S. & Reddy, T.V. (1990).** Effect of copper sulfate on hematology, blood chemistry, and hepatosomatic index of an Indian catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), and its recovery. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **20**, 30-35.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1995).** *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*, 3rd edition. W.H. Freeman and Co., New York, s. 887
- Tunçsoy, M., Duran, S., Yesilbudak, B., Ay, O., Cıçık, B. & Erdem, C. (2016).** Short term effects of zinc on some sera biochemical parameters and on tissue accumulation of *Clarias gariepinus*. *Fresenius Environmental Bulletin*, **25**(2), 658-664.
- Vosyliene, M.Z. (1999).** The effect of heavy metals on hematological indices. *Acta Zoologica Litvanica Hydrobiologia*, **9**, 76-82.
- Yang, J.L. & Chen, H.C. (2003).** Effects of gallium on common carp (*Cyprinus carpio*): Acute test, serum biochemistry, and erythrocyte morphology. *Chemosphere*, **53**, 877-882.
- Zaghloul, K.H., Omar, W.A. & Abo-Hegab, S. (2006).** Toxicity specificity of copper in some freshwater fishes. *Egyptian Journal of Zoology*, **47**, 383-400.

*Corresponding author's:

Mustafa TUNÇSOY

Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü 01330 Sarıçam/Adana/Türkiye.

✉E-mail: mustafa_tuncsoy@hotmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-7306-0539>

GSM : +90 (539) 815 28 28

İstanbul'un Sahil Kesimlerinden Toplanan *Platanus orientalis* L. (Doğu Çınarı)'te Ağır Metal Birikimi

Serdal AKBAYIR¹ Etem OSMA^{2*} Tuğçe VAROL²

¹Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Erzincan, Türkiye.

²Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzincan, Türkiye.

¹<https://orcid.org/0000-0001-6884-200X>, ^{2*}<https://orcid.org/0000-0002-5250-8194>, ²<https://orcid.org/0000-0001-7027-462X>

Received date: 27.08.2019

Accepted date: 11.11.2019

Atf yapmak için: Akbayır, S., Osma, E. & Varol, T. (2019). İstanbul'un sahil kesimlerinden toplanan *Platanus orientalis* L. (Doğu Çınarı)'te ağır metal birikimi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 393-400.

How to cite: Akbayır, S., Osma, E. & Varol, T. (2019). Accumulation of heavy metal in *Platanus orientalis* L. (Oriental Plane) collected from coastal areas in İstanbul. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 393-400.

Öz: Bu çalışmada, dünyanın en kalabalık metropollerinden biri olan İstanbul'un Fatih, Beşiktaş, Kadıköy, Tuzla, Pendik ve Sarıyer ilçelerinin sahil kesimlerinden toplanan *P. orientalis* 'e ait kabuk, yaprak ile yetiştikleri toprak örneklerinde (Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni, Cr, Cd) ağır metallerin konsantrasyonu tespit edilmiştir. Çalışma ile ülkemizde nüfusun ve sanayileşmenin en fazla olduğu İstanbul ilinin ağır metal kirlilik düzeyinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bitki ve toprak örnekleri laboratuvarında bazı ön işlemlerden geçirildikten sonra ICP-MS'de ağır metallerin analizleri yapılmıştır. Farklı bölgelerden toplanan bitki kısımlarında ve toprakta elde edilen veriler SPSS İstatistik Paket Programında istatistiksel olarak değerlendirilerek bölgeler arasında anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Yıkanmış ve yıkanmamış yapraklar arasında ağır metallerin konsantrasyonu bakımından farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde organize sanayi bölgesi ve tersane imalatının yapılmış olduğu Tuzla ilçesinde toplanan bitki kısımlarında Cr, Cu, Fe, Zn ve Ni ağır metallerinin konsantrasyonunun diğer bölgelere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Son olarak kentlerde yaygın olarak yetişen çınar ağaçlarının ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde biyomonitör olabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Ağır metal, biyomonitör, İstanbul, ICP-MS, *P. orientalis*.

Accumulation of Heavy Metal in *Platanus orientalis* L. (Oriental Plane) Collected from Coastal Areas in İstanbul

Abstract: In this study, heavy metal concentrations (Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Ni, Cr, Cd) were detected in the samples of bark, leaf and soil belonging to *P. orientalis* which were collected from coast sides of Fatih, Beşiktaş, Kadıköy, Tuzla, Pendik and Sarıyer district in İstanbul which is one of the most crowded metropol in the world. The aim of this study is to determine the level of heavy metal pollution in İstanbul that has the highest population and industrialization in our country. After plant and soil samples were preprocessed, the analyses of heavy metals were performed on ICP-MS. Data obtained from the parts of the plant and the soil collected from different districts was statistically evaluated on SPSS and it is detected that there are significant differences between the regions. It is also determined that there are differences between washed and unwashed leaves in terms of heavy metal concentrations. When the obtained data was examined, it is found that the concentration of Cr, Cu, Fe, Zn and Ni heavy metals were higher in the plant parts collected in Tuzla district where the organized industrial area and shipyard were produced. Consequently, it is decided that *P. orientalis* which commonly grows in cities can be a biomonitor to determine heavy metal contamination.

Keywords: Heavy metal, biomonitor, İstanbul, ICP-MS, *P. orientalis*.

GİRİŞ

Son yıllarda, özellikle 1950'li yıllardan itibaren nüfusun hızlı artışı ve buna paralel olarak gelişen endüstri ve kentleşme sonucunda çevre kirliliği dünya çapında ciddi boyutlara ulaşmış olup insanlığın en önemli problemleri arasında yerini almıştır (Wei & Yang, 2010; Liang vd., 2017; Sawidis vd., 2011). Çevre kirliliğine neden olan birçok kimyasal madde bulunmakla beraber canlılar ve ekosistem üzerinde tehlike oluşturan maddelerin başında, ağır metaller gelmektedir. Toprak, su ve havada farklı konsantrasyonlarda bulunabilen ağır metaller belirli konsantrasyonun üzerine ulaştığında kirlenmeye neden olmaktadır. Ağır metallerin ekosistemde yaygın bir şekilde artış göstermesi, tüm canlılar için potansiyel bir tehlike oluşturmaktadır. Ağır metaller özellikle fabrikalar, trafik, tarım ilaçları, baca gazları, evsel atıklar nükleer ve termik santraller, maden işletmeleri, aşırı gübreleme vs. gibi insanoğlunun faaliyetleri ile çevreye kolaylıkla yayılmaktadır. Toprak, su ve hava gibi ortamlarda önemli ölçüde birikebilen ağır metaller, dünya yüzeyindeki bütün organizmaların yaşamını tehdit eden önemli bir çevre problemi noktasına gelmiştir (Asri & Sönmez, 2006; Severoğlu vd., 2015; Yavuzer ve Osma, 2018; Çetin vd., 2018; Akarsu vd., 2019). Ağır metallerin canlılarda kanserojen, mutajen ve teratojen etkilerinin olabileceği öngörülmektedir. Bu kirlenmeye neden olan maddeler, çevrede kalıcı olup besin zinciri yoluyla bütün canlılara ulaşabilir ve toksisite özellikleri sayesinde canlılarda farklı sağlık sorunlarına neden olabilirler. Canlılar için gerekli olmayan ağır metaller (Cd, Pb, Hg) düşük konsantrasyonlarda bitkiler ve diğer canlılar için toksiktir, canlılar için gerekli olan ağır metaller belirli konsantrasyonların üzerine çıktığında canlılarda olumsuz etkileri olabilmektedir (Ali vd., 2019).

Ağır metal toksisitesi, metalden metale farklılık gösterebileceği gibi, organizmadan organizmaya da farklılık göstermektedir. Bitkilerin ağır metallere karşı gösterebileceği tepkiler bitki türüne, stres faktörüne, strese maruz kalma süresine ve strese maruz kalan doku veya organının yapısına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Gür vd., 2004; Asri ve Sönmez, 2006). Bu kimyasallar, bitkilerde ürün kayıpları, protein sentezi, fotosentez, solunum, yaprak ve dallarda klorozis ve nekrozis, şekil değişiklikleri, iyon alımı ve hücre membran stabilitesi gibi birçok metabolik faaliyetin bozulmasına neden olabilmektedir (Yıldırım vd., 2012; Ghori vd., 2019).

Günümüze kadar, çevresel kirliliğinin belirlenmesinde, geleneksel ve kimyasal analiz yöntemleri kullanılmıştır. Fakat bu yöntemler kirlenmeye neden olan maddelerin kontamine olduğu ortamlarda hayatına devam eden canlılar üzerinde etkileri hakkında fazla bilgi verememektedir. Son zamanlarda kirlenmeye neden olan maddelerin akümüle edebilme özelliğine sahip "biyomonitör" veya "biyoindikatör" canlılar üzerinde araştırmalar ciddi bir artış göstermiştir. Kirlenmeye neden olan maddelerin ekosistemde kalmayıp organizmalara geçerek canlılar

arasındaki besin zincirinde birikebilmektedir. Biyomonitör canlılar vasıtasıyla toksik maddelerin ekosistemdeki durumu takip edilebilmektedir (Taylan ve Özkoç, 2007; Topyıldız ve Arsan, 2014; Yavuzer & Osma, 2018).

Ekosistemlerin üreticisi olan ve yer değiştiremeyen bitkiler, çevre kirliliğinin izlenmesinde önemli yere sahip organizmalardır. Metal analizleri bitki kısımlarında kolaylık sağlamak ile beraber ekolojik araştırmalarda kullanılan alternatif yöntemlerdir (Aksoy vd., 2000; Swadis vd., 2011; Yavuzer & Osma, 2018). Özellikle uzun yaşama niteliğine sahip ağaçlar, kirliliğin indikatörü olarak bilimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Dmuchowski vd., 2013). Bitkiler ekosistemlere kontamine olmuş ağır metalleri bünyelerine alarak biriktirebilmesi ağır metal kirliliğinin tespit edilmesinde oldukça önemlidir (Shahid vd., 2017; Turkyılmaz vd., 2018). Bir metalin, bitkiler tarafından alınması onun toprakta var olduğunu gösterirken bazı durumlarda ise bitki besin elementlerinin yerüstü kısımlarında (yaprak, dal ve kabuklar) toprağa göre daha yüksek bulunabilmektedir. Biyomonitör bitkilere ait kısımlarda toksik maddelerin analizleri yapılarak metallerin su, toprak ve havada oluşturabileceği risk seviyesi belirlenebilmektedir (Baker vd., 2000; Topyıldız ve Arsan, 2014).

Günümüzde büyük şehirlerin karşı karşıya kalmış olduğu en önemli problemlerden biri kentsel kirlenmedir (Wei & Yang, 2010). Ayrıca, kentler kirlenmeye sürekli maruz kalması nedeniyle insanların sağlık ve yaşam kalitesi ciddi şekilde tehdit altına girmiştir (Cocozza vd., 2016). İstanbul, dünyanın en kalabalık ve en büyük kentlerinden biridir. Bu çalışma ile İstanbul'un sahil kesimlerinin ağır metal kirlilik boyutlarının tespit edilmesi, *Platanus orientalis*'in, ağır metal kirlenmesinin izlenmesinde kullanılacak bir biyomonitör bitki olup olmadığının yapılan diğer çalışmalarla kıyaslanarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

P. orientalis, 20-30 m'ye kadar yüksekliğe erişebilmektedir. Gövdesi ise yaklaşık 5-6 m çapında genişliğe sahip bir ağaç türüdür (Davis, 1965). İstanbul'da geniş yayılış gösteren *P. orientalis*'e ait kabuk, yaprak ile yetiştikleri topraklardan Kadıköy, Tuzla, Pendik, Fatih, Sarıyer, Beşiktaş ilçelerinin sahil kısımlarından yeterli miktarda örnekler toplanmıştır. Örnekler, üç farklı mevsim sonunda kirlenmeyi gözlemleyebilmek için 2018 yılının Eylül ayı içerisinde belirlenen lokalitelerden toplanarak teşhisi yapılmıştır. Bitkinin örnekleme yapılırken ağaçların yaşları ile morfolojik özelliklerine dikkat edilerek çalışılan bölgeleri temsil edecek şekilde belirli aralıklarla en az 5 ağaçtan örnek toplanmıştır. Yapraklar, ağaçların aynı dal

seviyelerinden toplanırken ağaç kabukları ise bitkilere zarar vermeyecek şekilde el ile yeterli miktarda alınmıştır. Bitki ve toprak örnekleri toplandıkları bölgeden isimlendirmeleri yapılarak farklı poşetlere konulmuştur. Alman yaprak örnekleri iki kısma ayrılarak bir kısmı yıkanmış, bir kısmı yıkanmamıştır. Başlangıçta örnekler, etüvde 80°C'de 24 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutulan örnekler, havanda toz haline getirilerek 1.5 mm'lik elekten geçirilmiştir. Her örnekten sonra havan etil alkol ile yıkanarak örnekler kontaminasyona karşı engellenmiş olup toz haline getirilmiştir (Osma vd., 2014; Yavuzer & Osma, 2018). Toprak örnekleri, her bölgenin yüzeyinden itibaren döküntü kısımları temizlendikten sonra 10 cm'lik derinlikten çapa kullanılarak alınmıştır. Örnekler, kontaminasyonlardan korunacak şekilde yaklaşık 500 g civarında alınıp poşetlere konulmuştur. Laboratuvara getirilen toprak örnekleri hava kuru ile kurutulduktan sonra 1.5 mm'lik elek ile elenmiştir. Laboratuvarında kurutulup toz haline getirilen bitki ve toprak örneklerinden 0,5 g tartılmıştır ve mikrodalga kapları içine yerleştirilmiştir. Bitki numuneleri üzerine 6 mL HNO₃ %65, 2 mL H₂O₂ %30 eklenirken, toprak numuneleri üzerine 3 mL HNO₃ %65, 9 mL HCl %37 eklenmiştir. Örnekler, 10 dakika manyetik karıştırıcıda homojenize edilmiştir. Kaplar, mikrodalgaya yerleştirildikten sonra 15 dakika 45 bar basınç ile 200°C'ye kadar asit ortamda çözündürülme işlemi yapılmıştır. Kap içerisinde yakılmış olan numuneler balon jöjeye alınarak 50 mL'ye tamamlanmıştır. 50 mL' ye tamamlanmış olan numunelerden teflon filtre kullanılarak 10 mL çekilmiştir. Son olarak, ağır metal konsantrasyonlarını belirlemek için örnekler falkon tüplere yerleştirilmiştir ve ICP-MS'de metal konsantrasyonları tespit edilmiştir (Osma vd., 2014; Yavuzer & Osma, 2018). Çalışmada her element için CPI International Peak Performance certified referans materyal standardı ile Fe (1,05), Cu (2), Zn (1,6), Mn (0,5), Pb (17), Ni (4,1), Cr (2,5), Cd (0,7) LOD değerleri ve Pb (25), diğer metaller için 10 LOQ değerleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler µg/g kuru ağırlık şeklinde verilmiştir.

ICP-MS cihazı sıvı ve katı numunelerde periyodik cetvelde yer alan birçok elementin doğru, hassas ve hızlı bir şekilde ölçülmesine yarayan analiz yöntemidir. ICP-MS cihazı sayesinde sıvı veya katı numunelerde 76 tane element eş zamanlı ve çok düşük konsantrasyonlarda (nanogram-pikogram/l) ölçümü yapılabilmektedir. ICP-MS, numunelerin yüksek sıcaklıkta plazma yardımıyla, genellikle argonun kullanılmasıyla moleküler bağların parçalandığı ve atomların iyonlaştırıldığı analitik bir yöntemdir. Numune, genelde bir solüsyon şeklinde örnek giriş sistemi vasıtasıyla nebulizöre ve sprej odacığına konulur. Bu kısımda yüksek hızda argon akışı ile numune solüsyonunu sisleştirilmesi gerçekleşir. Daha sonra 6000 K sıcaklıklarda plazma numenesi buharlaştırılır ve iyonize olur. İyon akışı yüksek vakumlu bir ortama geçer. Sonrasında iyon akımı iyon lensleri vasıtasıyla quadrupola odaklanarak kütle filtresine devam eder. İyonlar,

kütle spektrometrede kütle yük miktarına göre ayrılırlar ve detektör tarafından ölçümleri gerçekleşir (Anonim, 2019).

Yapılan çalışmada elde edilen sayısal veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Ortalamaların istatistiksel hesaplanmasında ve karşılaştırılmasında p≤0.05 değeri anlamlı olarak dikkate alınmıştır. SPSS 22 Paket İstatistik Programı ile veriler, %95'lik güven aralığında ANOVA testi ve çoklu karşılaştırmalarda bitkiye ait kısımlar ve toprak örneklerinin toplandığı lokaliteler arasındaki farklılığın tespiti için Dunnett testi kullanılmıştır (Yavuzer & Osma, 2018).

BULGULAR

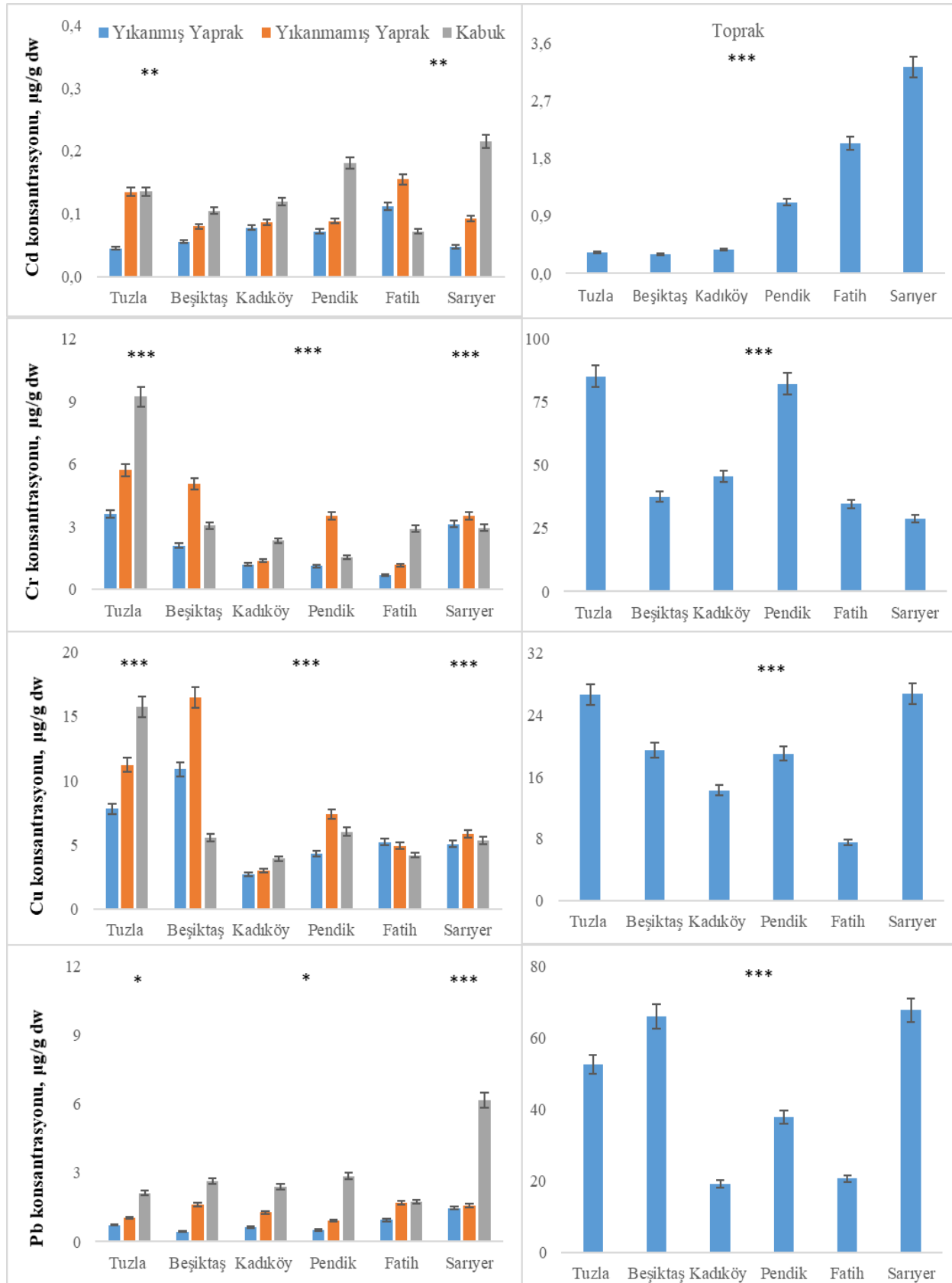
Yapılan çalışmada önemli sonuçlar elde edilmiştir. Cd ve Cr konsantrasyonu toprakta, Fe miktarı hem bitki kısımlarında hem de toprakta, Ni konsantrasyonu ise bitki kısımlarında yüksek olup olması gereken değerlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer metaller ise normal sınırlar içerisinde. Elde edilen veriler incelendiğinde çalışılan bölgeler arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. Toprakta Cd, Cu ve Pb konsantrasyonu en fazla Sarıyer'de, Ni, Zn ve Fe miktarı Pendik'te, Cr konsantrasyonu ise en fazla Tuzla bölgesinde tespit edilmiştir. Bitki kısımlarındaki veriler genel olarak incelendiğinde Cd ve Pb miktarı Sarıyer'de, Cr, Fe, Ni ve Pb konsantrasyonu Tuzla bölgesinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yıkanmamış yapraklarda elde edilen metal verileri, yıkanmış yapraklardan elde edilen verilerden genelde daha yüksektir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde lokaliteler arasında anlamlı farklılıkların olduğu görülmüştür (Şekil 1, 2).

Cd konsantrasyon verileri incelendiğinde, toprakta 0,3±0,03 - 3,22±0,40 µg/g k.a., bitki kısımlarında ise 0,05±0,01 - 0,22±0,03 µg/g k.a. değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Cd konsantrasyonu, bitkinin kabuk kısmında daha fazla biriktiği görülmüştür. Cr konsantrasyonu toprakta 28,91±4,79 - 85,24±9,39 µg/g k.a., bitki kısımlarında ise 0,68±0,05 - 9,23±1 µg/g k.a. değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Cr konsantrasyonu, bitkinin kabuklarında daha yüksek biriktiği tespit edilmiştir. Cu konsantrasyonu toprakta 7,47±0,41 - 26,74±2,7 µg/g k.a., bitki kısımlarında ise 2,73±0,18 - 16,49±0,88 µg/g k.a. değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Pb konsantrasyonu, toprakta 19,16±0,47 - 67,65±0,94 µg/g k.a., bitki kısımlarında ise 0,51±0,13-6,16±0,36 µg/g k.a. değerleri arasındadır. Pb konsantrasyonu, bitkinin kabuk kısmında daha fazla biriktiği görülmüştür (Şekil 1).

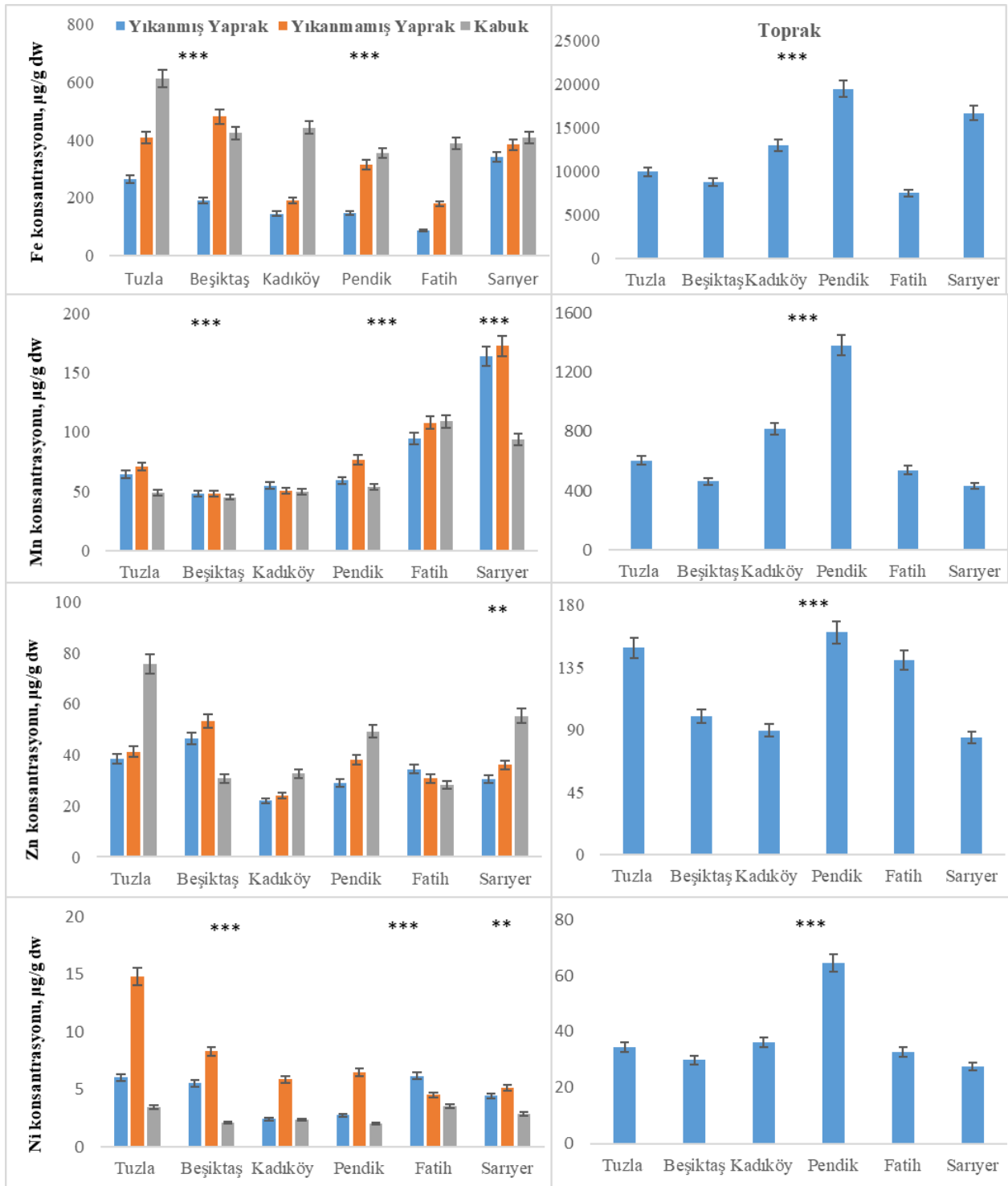
Fe konsantrasyonu, toprakta 7527,23±608,46 - 19451,14±1010,34 µg/g k.a., bitki kısımlarında ise 86,64±2,93 - 611,97±29,39 µg/g k.a. değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Fe konsantrasyonunun en yüksek birikimi bitkinin kabuklarındadır. Mn konsantrasyonu, toprakta 432,81±84,71 - 1382,45±104,51 µg/g k.a., bitki kısımlarında ise 44,88±3,44 - 172,28±3,05 µg/g k.a. değerleri

arasında olduğu tespit edilmiştir. Zn konsantrasyonu verileri incelendiğinde toprakta $84,46 \pm 13,20$ - $160,33 \pm 11,46$ $\mu\text{g/g}$ k.a., bitki kısımlarında ise $22 \pm 1,17$ - $75,59 \pm 7,72$ $\mu\text{g/g}$ k.a. değerleri arasında olup yüksek birikiminin bitkinin

kabuklarında olduğu görülmektedir. Ni konsantrasyonu, toprakta $27,46 \pm 2,17$ - $64,48 \pm 5,39$ $\mu\text{g/g}$ k.a., bitki kısımlarında ise $2,02 \pm 0,37$ - $14,78 \pm 2,3$ $\mu\text{g/g}$ k.a. değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Farklı lokalitelerden toplanan *P. orientalis*'e ait kabuk, yaprak ve yetiştikleri topraklardaki Cd, Cr, Cu, Pb konsantrasyonu ($\mu\text{g/g}$ k.a.) (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ anlamlılık).



Şekil 2. Farklı lokalitelerden toplanan *P. orientalis*'e ait kabuk, yaprak ve yetiştikleri topraklardaki Fe, Mn, Zn, Ni konsantrasyonu ($\mu\text{g/g k.a.}$) (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ anlamlılık).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çin'de yaptıkları çalışmada 7 ağaç türünün yıkanmış yapraklarında Cu, Zn, Pb, Cd ağır metallerinin konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Bu ağaç türlerinden biri *P. acerifolia* olup yıkanmış yapraklarda Cu ($6,37 \pm 4,27 \mu\text{g/g k.a.}$), Zn ($20,2 \pm 5,10 \mu\text{g/g k.a.}$), Pb ($0,85 \pm 0,48 \mu\text{g/g k.a.}$), Cd ($0,037 \pm 0,018 \mu\text{g/g k.a.}$) değerlerini tespit etmişlerdir. Elde ettikleri veriler ile bu çalışmada elde edilen veriler ile

örtüştüğü görülmüştür (Liang vd., 2017). Wang ve ark. (2003) Çin'de kirlenmenin görüldüğü farklı bölgelerde birçok bitkide ve yetiştikleri toprakta ağır metal birikimini araştırmışlardır. *P. acerifolia* bitkisinde Cr ($4,06 \mu\text{g/g k.a.}$), Cd ($2,07 \mu\text{g/g k.a.}$), Pb ($13,37 \mu\text{g/g k.a.}$) ağır metallere ait verileri tespit etmişlerdir. Araştırmalarında belirledikleri metal konsantrasyonlarının bu çalışmada elde edilen verilerden yüksek olduğu belirlenmiştir. İran'ın Mashhad kentinde yaptıkları çalışmada kent ve kırsal alandaki *P.*

orientalis L. ve yetiştikleri topraklarda ağır metal birikimini tespit etmişlerdir. Elde ettikleri veriler ile bu çalışmada elde edilen veriler kıyaslandığında toprakta Zn ($109,1 \pm 7,8 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cu ($40,9 \pm 7,7 \mu\text{g/g}$ k.a.), Pb ($31,2 \pm 5,2 \mu\text{g/g}$ k.a.) paralel, Cr ($202,6 \pm 22,8 \mu\text{g/g}$ k.a.) ve Ni ($107,2 \pm 10 \mu\text{g/g}$ k.a.) konsantrasyonu yüksektir. Bitki yapraklarında ise Zn ($76,8 \pm 17,7 \mu\text{g/g}$ k.a.) yüksek, Pb ($4,5 \pm 1,9 \mu\text{g/g}$ k.a.), Ni ($4,4 \pm 1,3 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cu ($14,5 \pm 3,4 \mu\text{g/g}$ k.a.) ve Cr ($2,4 \pm 0,7 \mu\text{g/g}$ k.a.) paralel olduğu görülmüştür (Pourkhabbaz vd., 2010). İstanbul'da yaptıkları çalışmada 10 farklı lokalitede 7 farklı ağaç türünde ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde Cd ($0,22-0,3 \mu\text{g/g}$ k.a.), Pb ($7,95-12,82 \mu\text{g/g}$ k.a.), Zn ($24,24-28,60 \mu\text{g/g}$ k.a.), Ni ($2,21-2,26 \mu\text{g/g}$ k.a.) konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. Elde ettikleri veriler, yapılan bu çalışmada elde edilen verilere göre Zn, Cd paralel, Pb yüksek, Ni düşük düzeydedir (Baycu vd., 2006). Özel vd. (2015) Bartın ve Karabük otoyolu arasında biri kontrol olmak üzere 21 lokaliteden *P. orientalis* L. örneklerinde Pb ($55,64 \pm 4,4 - 96,84 \pm 3,5 \mu\text{g/g}$ k.a.), Zn ($42,16 \pm 2,7 - 75,63 \pm 3,3 \mu\text{g/g}$ k.a.), Ni ($15,48 \pm 2,6 - 42,29 \pm 3,3 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cu ($10,42 \pm 2,2 - 23,72 \pm 3,4 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cr ($4,32 \pm 1,4 - 13,75 \pm 2,4 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cd ($0,21 \pm 0,02 - 0,94 \pm 0,88 \mu\text{g/g}$ k.a.) en düşük ve en yüksek konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. Elde ettikleri verilere göre Pb, Zn, Ni, Cu, Cr, Cd miktarları bu çalışmada elde edilen verilerden yüksektir. Khosropour vd. (2017) yaptıkları çalışmada İran'da urban ve kent dışı ormanlık alanda *P. orientalis* L yapraklarında ve yetiştikleri toprakta Pb, Zn, Ni, Cu, Cr, Cd konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Bitki yapraklarında Cd ($0,76 \mu\text{g/g}$ k.a.), Pb ($13 \mu\text{g/g}$ k.a.), Zn ($72,2 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cu ($9,1 \mu\text{g/g}$ k.a.), Ni ($8,1 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cr ($5,3 \mu\text{g/g}$ k.a.) olarak metal konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. Elde ettikleri verilere göre Cr, Ni toprakta yüksek, diğer elementler paraleldir. Yapraklarda ise Pb ve Zn miktarı yüksek, Cd, Cu, Ni, Cr miktarları bu çalışmada elde edilen veriler ile paraleldir. Karaj şehrinde yaptıkları çalışmada *P. orientalis*, *R. pseudoacacia* ve *F. rotundifolia* ait yaprak, gövde ve toprakta Cd ve Pb konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Cd ($2,4 \pm 0,2 \mu\text{g/g}$ k.a.) ve Pb ($14,4 \pm 2 \mu\text{g/g}$ k.a.) verilerini yapraklarda tespit etmişlerdir. Elde ettikleri veriler incelendiğinde toprakta Pb düşük, Cd paralel iken, gövde ve yaprakta Cd ve Pb konsantrasyonları bu çalışmaya göre yüksektir (Monfared vd., 2013). Güney ve Kuzey Avrupa'da kontrol ve kirlenmiş lokaliteden toplamış oldukları *P. orientalis* L. ve *P. nigra* Arn. bitkilerine ait yaprak ve kabukta Cr, Cu, Fe ve Pb miktarını tespit etmişlerdir. Kontrol ve kirlenmiş bölgelerden *P. orientalis* yapraklarında Cr ($0,2-1,2 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cu ($2,6-27,8 \mu\text{g/g}$ k.a.), Fe ($165,7-413,1 \mu\text{g/g}$ k.a.) ve Pb ($2,4-15,2 \mu\text{g/g}$ k.a.) verilerini elde etmişlerdir. Elde ettikleri veriler, bu çalışmadaki verilere göre yaprakta Fe, Cu paralel, Pb yüksek, Cr konsantrasyonu düşük olup, kabukta Cr, Fe konsantrasyonu düşük, Cu konsantrasyonu paralel, Pb miktarının ise yüksek olduğu görülmektedir (Sawidis vd., 2011). İsfahan (İran)'da yaptıkları çalışmada atmosfer

kirliliğine bağlı olarak 7 ay boyunca *P. orientalis* L. yıkanmış ve yıkanmamış yapraklarında Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Mn haricindeki diğer metaller, bu çalışmada elde edilen verilere göre oldukça yüksektir (Norouzi vd., 2015a). İstanbul'da yol kenarı, kenar semt, kent içi olmak üzere 40 farklı lokaliteden topladıkları *C. australis* L. dal, kabuk ve yapraklarda Cd, Cu, Pb, Zn konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. çalışılan lokalitelerde en düşük ve en yüksek değerlerini Pb ($1,19-14,90 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cd ($0,30-0,65 \mu\text{g/g}$ k.a.), Cu ($5,99-19,94 \mu\text{g/g}$ k.a.) ve Zn ($14,34-42,53 \mu\text{g/g}$ k.a.) olarak tespit etmişlerdir.

Veriler incelendiğinde, bu çalışmada elde edilen veriler ile örtüştüğü görülmüştür (Öztürk vd., 2018). Çin'de 9 ağaç türünün yapraklarında yaptıkları çalışmada Pb, Cu, Cd, Cr, Zn miktarlarını tespit etmişlerdir. Verileri, bu çalışmada elde edilen verilerden Pb, Cd miktarı yüksek, Cr, Zn miktarı düşük, Cu miktarı ise paraleldir (Hu vd., 2014). Floransa'da yol kenarlarında farklı lokalitelerden topladıkları *Quercus ilex* L. ait genç ile yaşlı yıkanmış ve yıkanmamış yapraklarda Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Mn, Cr, Ba metallerini analiz etmişlerdir. Analizleri sonucu elde ettikleri veriler, bu çalışmada elde edilen verilere göre Zn, Pb, Cd, Cu konsantrasyonu ile paralel, Mn konsantrasyonu yüksek, Fe ve Cr konsantrasyonu ise düşüktür (Ugolini vd., 2013). İran, İsfahan bölgesinde yapmış oldukları çalışmada *Platanus orientalis* L. yapraklarının biyomonitor özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmalarında Cu ($15-26 \mu\text{g/g}$ k.a.), Mn ($66-176 \mu\text{g/g}$ k.a.), Ni ($5,7-12 \mu\text{g/g}$ k.a.) ve Zn ($29-68 \mu\text{g/g}$ k.a.) değerleri arasında belirlemiş olup bu çalışmada elde edilen veriler ile paralel olduğu görülmüştür (Norouzi vd., 2015b).

İstanbul'un sahil kesimlerinde yapılan çalışmada elde edilen metal verileri değerlendirildiğinde deniz ve karayolu trafiğinin bitkiler ve toprak üzerinde ekolojik risk oluşturabileceği açıktır. Özellikle yıkanmamış yaprak örneklerinde ağır metal verilerinin yüksek olması kentsel ve endüstriyel alanlarda kirlenmenin olduğunun en önemli kanıtıdır. Konu ile ilgili dünya çapında yapılan ve yapılmaya devam eden birçok çalışmanın olması ağır metal kirliliğinin canlılar üzerinde tehlikeli olabileceğinin göstergesidir. Çınar ağaçları, dünyanın birçok ülkesinde kentlerde yaygın olarak dağıldığından ve yaprakları kolayca örneklenebildiğinden ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde yapılan diğer çalışmalarda göz önünde alındığında iyi bir biyomonitor özelliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Biyolojik izleme yöntemleri ile ağır metal kirliliğinin belirli dönemlerde takip edilmesi, oluşabilecek çevresel tehlikelerin tahmin edilmesine, tespit edilmesine ve kontrol edilmesine önemli katkı sağlayacaktır. Son yıllarda, kimyasal maddeler aşırı bir şekilde üretilerek tüketilmektedir. Dolayısıyla bu konuda yapılacak araştırmalar ile kirlilik sorunlarının canlıları rahatsız edici boyuta ulaştığı bölgeler tespit edilerek kirlenmeye karşı ciddi önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2019).** https://www.selcuk.edu.tr/ileri_arge/birim/web/sayfa/ayrinti/5875/tr.
- Akarsu, H., Cetin, İ.Z. Jawed, A.A., Aisha, A.E.A. Cesur, A. & Keskin, R. (2019).** Changes of some heavy metal concentrations based on organic and traffic density in *Fraxinus excelsior* L. *International Journal of Engineering, Design and Technology*, 1(1), 24-30.
- Aksoy, A., Sahin, U. & Duman, F. (2000).** *Robinia pseudo-acacia* L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri. *Turkish Journal of Botany*, 24, 279-284.
- Ali, H., Khan, E. & Iahi, İ. (2019).** Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: Environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Hindawi Journal of Chemistry*, 1-14.
- Asri, F.Ö. & Sönmez, S. (2006).** The effect of heavy metal toxicity on plant metabolism. *Derim*, 23(2), 36-45.
- Baker, A.J.M., Mc Grath, S.P., Reeves, R.D. & Smith, J.A.C. (2000).** Metal hyperaccumulator plants: a review of the ecology and physiology of a biological resource for phytoremediation of metal polluted-soils. In: Terry, N., Benuelos, G. (Eds.), *Phytoremediation of Contaminated Soil and Water*. Lewis Publishers, London, 85-107.
- Baycu, G., Tolunay, D., Özden, H. & Günebakan, S. (2006).** Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn, and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. *Environmental Pollution*, 143, 545-554.
- Cocozza, C., Ravera, S., Cherubini, P., Lombardi, F., Marchetti, M. & Tognetti, R. (2016).** Integrated biomonitoring of airborne pollutants over space and time using tree trunks bark, leaves and epiphytic lichens. *Urban Forestry & Urban Greening*, 17, 177-191.
- Cetin, M., Sevik, H. & Yigit, N. (2018).** Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 404.
- Davis PH (Ed.) (1965-1985)** *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vols. 1-9. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Dmuchowski, W., Gozdowski, D., Baczewska, A.H. & Bragoszewska, P. (2013).** Evaluation of various bioindication methods used for measuring zinc environmental pollution. *International Journal of Environment and Pollution*, 51(3/4), 238-254.
- Ghori, N.H., Ghori, T., Hayat, M.Q., Imadi, S.R., Gul, A., Altay, V. & Ozturk, M. (2019).** Heavy metal stress and responses in plants. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 1807-1828.
- Gür, N., Topdemir, A., Munzuroğlu, Ö. & Çobanoğlu, D. (2004).** Effects of heavy metals (Cu⁺⁺, Pb⁺⁺, Hg⁺⁺, Cd⁺⁺) on pollen germination and tube growth of *Clivia* sp. *F.Ü. Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*, 16(2), 177-182.
- Hu, Y., Wang, D., Wei, L., Zhang, X. & Song, B. (2014).** Bioaccumulation of heavy metals in plant leaves from Yan'an city of the Loess Plateau, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 110, 82-88.
- Khosropour, E., Attarod, P., Shirvany, A., Pypker, T.G., Bayramzadeh, V., Hakimi, L. & Moeinaddini, M. (2018).** Response of *Platanus orientalis* leaves to urban pollution by heavy metals. *Journal of Forestry Research*, 30(4), 1437-1445.
- Liang, J., Fang, H.L., Zhanga, T.L., Wanga, X.X. & Liu, Y.D. (2017).** Heavy metal in leaves of twelve plant species from seven different areas in Shanghai, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 27, 390-398.
- Monfared, S.H., Matinzadeh, M. Shirvany, A. Amiri, G.Z. Fard, R.M. & Rostami, F. (2013).** Accumulation of heavy metal in *Platanus orientalis*, *Robinia pseudoacacia* and *Fraxinus rotundifolia*. *Journal of Forestry Research*, 24(2), 391-395.
- Norouzi, S., Khademia, H., Faz Cano, A. & Acosta, J.A. (2015a).** Using plane tree leaves for biomonitoring of dust borne heavy metals: A case study from Isfahan, Central Iran. *Ecological Indicators*, 57, 64-73.
- Norouzi, S. & Khademia, H. (2015b).** Source identification of heavy metals in atmospheric dust using *Platanus orientalis* L. leaves as bioindicator. *Eurasian Journal of Soil Science*, 4(3), 144-152.
- Osma, E., İlhan, V. & Yalçın, İ.E. (2014).** Heavy metals accumulation causes toxicological effects in aquatic *Typha domingensis* Pers. *Brazilian Journal of Botany*, 37(4), 461-467.
- Ozturk, A., Yarci, C. & Ozyigit I.I. (2018).** Assessment of heavy metal pollution in Istanbul using plant (*Celtis australis* L.) and soil assays. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 31(5), 948-954.
- Özel, H.B., Özel, H.U. & Varol, T. (2015).** Using Leaves of Oriental Plane (*Platanus orientalis* L.) to Determine the Effects of Heavy Metal Pollution Caused by Vehicles. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(6), 2569-2575.
- Pajak, M., Halecki, W. & Gasiorek, M. (2017).** Accumulative response of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth) to heavy metals enhanced by Pb-Zn ore mining and

- processing plants: Explicitly spatial considerations of ordinary kriging based on a GIS approach. *Chemosphere*, **168**, 851-859.
- Pourkhabbaz, A., Rastin, N., Olbrich, A., Langenfeld-Heysler, R. & Polle, A. (2010).** Influence of Environmental Pollution on Leaf Properties of Urban Plane Trees, *Platanus orientalis* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **85**, 251-255.
- Sawidis, T., Breuste, J., Mitrovic, M., Pavlovic, P. & Tsigaridas, K. (2011).** Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European cities. *Environmental Pollution*, **159**, 3560-3570.
- Shahid, M., Dumat, C., Khalida, S., Schreck, E., Xiong, T. & Na-beel N.K. (2017).** Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal of Hazardous Materials* **325**, 36-58.
- Severoglu, Z., Ozyigit, I.I., Dogan, İ. Kurmanbekova, G., Demir, G., Yalcin, İ.E. & Kari G.K. (2015).** The usability of *Juniperus virginiana* L. as a biomonitor of heavy metal pollution in Bishkek City, Kyrgyzstan. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, **29**(6), 1104-1112.
- Taylan, Z.S. & Özkoç, H.B. (2007).** Potansiyel Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Akutik Organizmaların Biokullanılabilirliği. *BAÜ FBE Dergisi*, **9**(2), 17-33.
- Topyıldız, M. & Yarsan, E. (2014).** Çevresel Kirliliğin İzlenmesinde Biyoindikatör Canlılar. *Türk Veteriner Hekimleri Birliği Dergisi*, **1-2**, 83-93.
- Turkyilmaz, A., Cetin, M., Sevik, H., Isinkaralar, K. & Saleh, E.A.A. (2018).** Variation of heavy metal accumulation in certain landscaping plants due to traffic density. *Environment, Development and Sustainability*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0296-7>.
- Ugolini, F., Tognetti, R., Raschi, A. & Bacci, L. (2013).** *Quercus ilex* L. as bioaccumulator for heavy metals in urban areas: Effectiveness of leaf washing with distilled water and considerations on the trees distance from traffic. *Urban Forestry & Urban Greening*, **12**, 576-584.
- Yavuzer, H. & Osma, E. (2018).** Evaluation of *Salix fragilis* L. (gevrek söğüt) as a biomonitor in heavy metal pollution. *Anadolu University Journal of Science and Technology C- Life Sciences and Biotechnology*, **7**(2), 122-129.
- Yıldırım, C., Karavin, N. & Cansaran, A. (2012).** Determination of Some Heavy Metal Contents in *Elaeagnus angustifolia* L. and *Pinus brutia* Ten. in Amasya. *Turkey Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, **5**(2), 7-11.
- Yücel, E., Edirnelioğlu, E., Soydam, S., Çelik, S. & Çolak, G. (2010).** *Myriophyllum spicatum* (Spiked water-milfoil) as a biomonitor of heavy metal pollution in Porsuk Stream/Turkey. *BioDiCon*, **3**(2), 133-144.
- Wang, O.R., Cui, Y.S., Liu, X.M., Dong, Y.T. & Christie, P. (2003).** Soil contamination and plant uptake of heavy metals at polluted sites in China. *Journal of Environmental Science and Health, Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, **38**(5), 823-838.
- Wei, B. & Yang, L. (2010).** A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. *Microchemical Journal*, **94**, 99-107.

***Corresponding author's:**

Etem OSMA

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Yalnızbağ kampüsü Erzincan, Türkiye.

✉E-mail: eosma@erzincan.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-5250-8194>

Telefon : +90 (446) 224 30 32

Diversity of *Mesorhizobium* Species Nodulating Some Wild Legumes in Samsun Province of Turkey

Okan Kadir NOHUT¹ Cem Tolga GÜRKANLI² İbrahim ÖZKOÇ^{1*}

¹Ondokuz Mayıs University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, 55139, Atakum, Samsun/Turkey.

²Department of Fisheries Technology Engineering, Fatsa Faculty of Marine Sciences, Ordu University, 52400, Fatsa, Ordu/Turkey.

 <https://orcid.org/0000-0002-8111-8072>,

 <https://orcid.org/0000-0001-8378-7109>,

 <https://orcid.org/0000-0001-8179-0961>

Received date: 31.07.2018

Accepted date: 11.11.2019

How to cite: Nohut, O.K. Gürkanlı, C.T. & Özkoç, İ. (2019). Diversity of *Mesorhizobium* species nodulating some wild legumes in Samsun province of Turkey. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 401-408.

Atıf yapmak için: Nohut, O.K. Gürkanlı, C.T. & Özkoç, İ. (2019). Türkiye'nin Samsun İlindeki Bazı Yabani Baklagil Türlerini Nodüle Eden *Mesorhizobium* Türlerinin Çeşitliliği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 401-408.

Abstract: In this study, microsymbionts of two wild legumes, *Argyrobium biebersteinii* (Ball in Feddes) and *Lotus angustissimus* L., collected from Samsun province of Turkey were investigated using conventional and molecular methods. A total of five rhizobial isolates which produced active root nodules on their original hosts were considered. Identifications of the isolates were depending on the phylogenetic analyses of two housekeeping genes, 16S rDNA and *recA*. As a result of phylogenetic analyses, all isolates appeared within *Mesorhizobium* lineage. Of these isolates, OKN-1 and OKN-4 identified as *Mesorhizobium tarimense* and OKN-3 identified as *M. japonicum*. On the other hand, other two isolates, OKN-7 and OKN-10 did not match up with any known *Mesorhizobium* species. In this study we present the first *Mesorhizobium* isolates identified using valid molecular methods from Turkey. We also give the first reports of *M. tarimense* and *M. japonicum* from Turkey and Europe. Additionally, the new *M. tarimense* and *M. japonicum* isolates in this study are the first isolates reported after the description of these two species from their original hosts and locations. In this study we also present molecular evidences for two new *Mesorhizobium* species, but this presumption needs further investigations.

Keywords: 16S rDNA, *Mesorhizobium*, phylogeny, *recA*, wild legumes..

Türkiye'nin Samsun İlindeki Bazı Yabani Baklagil Türlerini Nodüle Eden *Mesorhizobium* Türlerinin Çeşitliliği

Öz: Bu çalışmada Türkiye'nin Samsun ilinden toplanan iki yabancı Baklagil türünün (*Argyrobium biebersteinii* (Ball in Feddes) and *Lotus angustissimus* L.) mikrosimbiontları geleneksel ve moleküler yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Toplamda orijinal konakçıları üzerinde aktif kök nodülleri oluşturan beş adet rizobiyal izolat incelenmiştir. Bu izolatların teşhisleri 16S rDNA ve *recA* olmak üzere iki genin filogenetik analizleri ile yapılmıştır. Filogenetik analizler sonucunda tüm izolatlar *Mesorhizobium* soy hattı içerisinde yer almıştır. Bu izolatlardan OKN-1 ve OKN-4 *Mesorhizobium tarimense* ve OKN-3 *M. japonicum* olarak teşhis edilmişlerdir. Diğer taraftan diğer iki izolatımız OKN-7 ve OKN-10, bilinen hiçbir *Mesorhizobium* türü ile eşleşmemiştir. Sonuç olarak bu çalışmada Türkiye'den *Mesorhizobium* cinsine ait ilk moleküler olarak tanımlanmış örnekleri sunmaktayız. Ayrıca *M. tarimense* ve *M. japonicum* türleri için Türkiye'den ve Avrupa'dan ilk kayıtları da vermekteyiz. Ek olarak bu çalışmadaki yeni *M. tarimense* ve *M. japonicum* izolatları, bu iki türün orijinal konaklarından ve lokalitelerinden tanımlanmasından sonra bildirilen ilk izolatlardır. Bu çalışmada iki yeni *Mesorhizobium* türü için de moleküler kanıtlar sunuyoruz, fakat bu ön görünün daha fazla araştırılması gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: 16S rDNA, filogeni, *mesorhizobium*, *recA*, yabancı baklagiller.

INTRODUCTION

Although 80% of earth's atmosphere composed of nitrogen gas (N₂), this form of nitrogen cannot be directly used by most of the living organisms to synthesis nitrogen containing organic compounds. Initially, nitrogen gas should be reduced to ammonia (biologically available nitrogen) by combining it with hydrogen and this process is called nitrogen fixation (Burdass, 2002). Biological reduction of nitrogen gas to ammonia, so called biological nitrogen fixation, is restricted to prokaryotic species which are distributed across both Bacteria and Archaea domains and provides about 65% of biosphere's available nitrogen (Lodwig et al., 2003; Raymond et al., 2004). Some of these prokaryotes can only able to fix nitrogen when they are in a symbiotic associations with their particular hosts and that is why they have been named as symbiotic diazotrophs (Sawada et al., 2003). Rhizobia, one of the best known symbiotic diazotrophic microorganisms, are soil bacteria that form root or stem nodules on leguminous plants, where they can undertake symbiotic fixation of atmospheric nitrogen (Moreira et al., 1998). Until 1980s, all root nodulating symbiotic diazotrophic bacteria were classified within a single genus namely *Rhizobium* with six species, *R. leguminosarum*, *R. phaseoli*, *R. trifolii*, *R. meliloti*, *R. lupini*, *R. japonicum*, depending on specific host plant selection which was also called cross inoculation group concept (Somasegaran & Hoben, 1985). On the other hand, this concept was abandoned because it is understood that in fast-growing rhizobia, the genes coding for symbiotic associations are located on giant transmissible plasmids called symbiotic plasmids (Brewin et al., 1980). During this period, bacterial systematics underwent a huge change with the impressive contribution of molecular biology. Rhizobial systematics were also affected from this change and eventually species and genus limitations were reassessed due to polyphasic approach which considers molecular data (DNA-DNA hybridization, phylogenetic analyses depending on the nucleotide sequences of different genes) as well as phenotypic features (Graham et al., 1991). In the course of time, numbers of rhizobial species and genera have dramatically increased due to these changes in rhizobial systematics and also to the investigation of more legume species in the meaning of their symbiotic partners (Willems, 2006). Currently rhizobia are classified within 238 species (18 genera) of α - and β -Proteobacteria classes and this number is expected to increase since only 23% of legume species (roughly 19000 species exists) were investigated in the context of their symbiotic partners (Shamseldin et al., 2017). *Mesorhizobium*, the main objective of the study, was suggested as a new genus by Jarvis et al., (1997) depending on the differences in 16S rDNA sequences and also fatty acid profiles. Researchers classified five species, *M. cicer*, *M. huakuii*, *M. loti*, *M. mediterraneum* and *M. tianhanense* within this newly suggested genus. Currently, there are 41

Mesorhizobium species most of which nodulates mimosoid temperate wild legumes except *M. cicer*, *M. mediterraneum* and *M. muleiense*, which nodulates *Cicer arietinum* L (Sprent, 2007; Shamseldin et al., 2017; <http://www.bacterio.net/mesorhizobium.html>). From Turkey there are no records for any *Mesorhizobium* species identified using valid molecular methods from cultivated or wild legumes.

The main goal of the study is to identify some rhizobial samples isolated from root nodules of two wild legume species, *Argyrobium biebersteinii* (Ball in Feddes) and *Lotus angustissimus* L., collected from Samsun province of Turkey.

MATERIAL and METHODS

In this study, rhizobial strains were isolated from root nodules of two wild Leguminous species, *Argyrobium biebersteinii* (Ball in Feddes) and *Lotus angustissimus* L., collected from Samsun province of Turkey. Bacterial isolations from active (pink colored) root nodules were made using the method of Somasegaran and Hoben, (1985). YMA (Yeast Extract Mannitol Agar) medium was used for isolations. After 2-7 days of incubation at 26°C, typical colonies were re-inoculated on the new YMA medium for further analyses. Purity of the isolates were checked with microscopic examination by gram staining. Nodulation tests were performed using the method of Vincent (1970) with the conditions explained in Gurkanli et al. (2013). For genomic DNA isolations, isolates were grown in TY (Tryptone Yeast Extract) broth media (Ditta et al. 1987) at 28°C for 2 days. The CTAB/NaCl miniprep method (Maniatis et al. 1982; Temizkan and Arda 2004) was used for genomic DNA extractions and the DNA were stored at -20°C prior to use. Two housekeeping genes, 16S rDNA (Small subunit of rDNA) and *recA* (Recombinase A) were analysed for identification of rhizobial isolates. PCR amplifications of the genes were performed using a MWG Primus thermal cycler with the protocols and DNA primers shown in Table 1. A 50 μ l PCR mixture for all genes were prepared as follows: 5 μ l of 10X PCR buffer (Fermentas), 1.5 mM MgCl₂, 0.8 mM dNTP mix (Amresco), 0.4 pmol of each primer in final concentration, 1.25 U Taq polymerase (Fermentas), template DNA <0.5 μ g and ddH₂O. Visualization of the PCR products which were electrophoresed on 1% agarose gel (prepared in 1X Tris-Borate-EDTA buffer and stained with ethidium bromide) were made using the GeneGenius Bio imaging system (Syngene, Synoptics Group, Cambridge, UK). Nucleotide sequencings were performed from both strands with the primers used for the PCR amplifications (Table 1). The only exception was an extra 16S rDNA internal primer pF (Zhang et al., 1999) that we used for more reliable sequencings.

Table 1. Nucleotide primers and PCR conditions used for the PCR amplifications of 16S rDNA and *recA* genes in this study. ^A(Weisburg et al., 1991); ^B(Gaunt et al., 2001).

Gene	Primer	ID	C	D	A	E	FE
16S	rD1/rD1 ^A	95°C /	× 35	95°C /	55°C /	72°C /	72°C /
rDNA		3 min		1 min	1 min	1.5 min	5 min
<i>recA</i>	<i>recA</i> -Forward/ <i>recA</i> -Reverse ^B	95°C /	× 35	95°C /	50°C /	72°C /	72°C /
		5 min		45 sec	1 min	1 min	2 min

ID: Initial denaturation; C: Cycle; D: Denaturation; A: Annealing; E: Elongation; FE: Final elongation

The nucleotide sequencings were made commercially by Macrogen Inc. (Korea). Nucleotide sequencings from both strand were checked and assembled

using BioEdit (Hall, 1999). ClustalX (Thompson et al., 1997) was employed for multiple nucleotide sequence alignments. To determine the most appropriate DNA substitution model for our data sets, the Akaike information criterion (AIC) (Akaike, 1974) and Bayesian information criterion (BIC) tests were applied with jModelTest v. 0.1 package program (Guindon & Gascuel, 2003; Posada, 2008). Initial phylogenetic analyses were performed with extended data sets comprised of 16S rDNA and *recA* haplotypes of all valid *Mesorhizobium* species.

Table 2: Strain informations of *Mesorhizobium* isolates obtained in this study and the type strains of *Mesorhizobium* species download from NCBI for phylogenetic analyses.

Species	Strain	16S rDNA	<i>recA</i>
<i>M. tarimense</i>	OKN-1	MN647524 / This study	MN658186 / This study
<i>M. japonicum</i>	OKN-3	MN647525 / This study	MN658187 / This study
<i>M. tarimense</i>	OKN-4	MN647526 / This study	MN658188 / This study
<i>Mesorhizobium</i> spp.	OKN-7	MN647527 / This study	MN658189 / This study
<i>Mesorhizobium</i> spp.	OKN-10	MN647528 / This study	MN658190 / This study
<i>M. amorphae</i>	ACCC 19665	-	AY688612 / Vinuesa et al., (2005)
<i>M. australicum</i>	WSM2073	AY601516 / Nandasena et al., (2009)	JN202310 / Zhang et al. Unpublished
<i>M. caustuariense</i>	ICMP 19515	KC237397 / De Meyer et al., (2015)	KC237677 / De Meyer et al., (2015)
<i>M. caraganae</i>	CCBAU 11299	EF149003 / Guan et al., (2008)	EU249394 / Guan et al., (2008)
<i>M. cicer</i>	UPM-Ca	U07934 / Nour et al., (1994)	KC237677 / Gaunt et al., (2001)
<i>M. erdmanii</i>	USDA 3471	KM192334 / Martinez-Hidalgo et al., (2015)	-
<i>M. gobiense</i>	CCBAU 83330	EF035064 / Han et al., (2008)	EF549481 / Han et al. unpublished
<i>M. helmanticense</i>	CSLC115N	Sannazzaro et al. unpublished	Sannazzaro et al. unpublished
<i>M. huakuii</i>	CCBAU 260	D13431 / Oyaizu et al., (1993)	EU249391 / Guan et al., (2008)
<i>M. japonicum</i>	MAFF303099	NC_002678 / Martinez-Hidalgo et al., (2016)	NC_002678 / Martinez-Hidalgo et al., (2016)
<i>M. jarvisii</i>	ATCC 33669	KM192335 / Martinez-Hidalgo et al., (2015)	KM192345 / De Meyer et al., (2015)
<i>M. loti</i>	NZP 2213	X67229 / Willems et al., (1993)	EU039875 / Alexandre et al., (2008)
<i>M. metallidurans</i>	STM 2683	AM930381 / Vidal et al., (2009)	AM930382 / Vidal et al., (2009)
<i>M. muleiense</i>	CCBAU 83963	-	HQ316782 / Zhang et al., (2012)
<i>M. opportunistum</i>	WSM2075	AY601515 / Nandasena et al., (2006)	-
<i>M. qingshengii</i>	CCBAU 33460	JQ339778 / Zheng et al., (2013)	JQ339757 / Zheng et al., (2013)
<i>M. septentrionale</i>	SDW014	-	EF639843 / Han Unpublished
<i>M. shangrilense</i>	CCBAU 65327	EU074203 / Lu et al., (2009)	-
<i>M. tarimense</i>	CCBAU 83306	EF035058 / Han et al., (2008)	EF549482 / Han Unpublished
<i>M. tianshanense</i>	A-1BS	AF041447 / Wang et al., (1999)	EU249392 / Guan et al., (2008)
<i>M. waimense</i>	ICMP 19557	KC237387 / De Meyer et al., (2015)	KC237667 / De Meyer et al., (2015)

Subsequently, more detailed analyses were conducted with concentrated data sets only composed of closely related *Mesorhizobium* species with our haplotypes (Table 2). Neighbor-Joining (NJ), Maximum-Likelihood (ML) and Maximum-Parsimony (MP) analyses were performed to evaluate the phylogenetic relationships. PAUP* v. 4.0b10 (Swofford, 1998) was used for the NJ and MP analyses and PhyML 3.0 (Guindon & Gascuel, 2003) was used for ML analysis. MP analysis were performed with the heuristic search approach by using the TBR swapping algorithm (10 random repetitions). To determine the reliability of the trees, the Bootstrap tests were performed with 10000 pseudo replicates for NJ and 1000 pseudo replicates for MP and ML. All our new 16S rDNA and *recA* sequences obtained in this study were deposited in GenBank under accession numbers MN647524-MN647528 and MN658186-MN658190, respectively (Table 2).

RESULTS

As the result of bacterial isolations, a total of 5 rhizobial samples were obtained from root nodules of

Argyrobium biebersteinii P.W. Ball (OKN-1, OKN-4, OKN-7, OKN-10) and *Lotus angustissimus* L. (OKN-3). The isolates formed active (pink colored) root nodules on their original hosts. To identify our isolates, we analysed two housekeeping genes, 16S rDNA and *recA*. We sequenced approximately 1315 bp of 16S rDNA of our isolates and BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) results indicated that all our samples belonged to the genus *Mesorhizobium*. Phylogenetic analyses were performed with 1258 aligned nucleotides containing 76 segregating sites. AIC and BIC tests suggested GTR+I+G (I=0.838; G=0.785) and TPM3uf+I (I=0.904) substitution models, respectively. Since it gave higher bootstrap values we preferred the NJ tree drawn with TPM3uf+I model (Figure 1). As a result, our isolates, OKN-1 and OKN-4 from *A. biebersteinii* showed the same 16S rDNA haplotype with each other and also with *M. tarimense*, *M. gobiense*, *M. helmanticense* and *M. metallidurans* and formed a lineage with *M. tianshanense*. Our other isolate OKN-7, also from *A. biebersteinii*, showed a unique 16S rDNA haplotype and appeared as sister to *M. caraganae* with 99.7% nucleotide sequence similarity. This

relationship was supported with 62%, 63% and 61% bootstrap values in NJ, ML and MP trees, respectively.

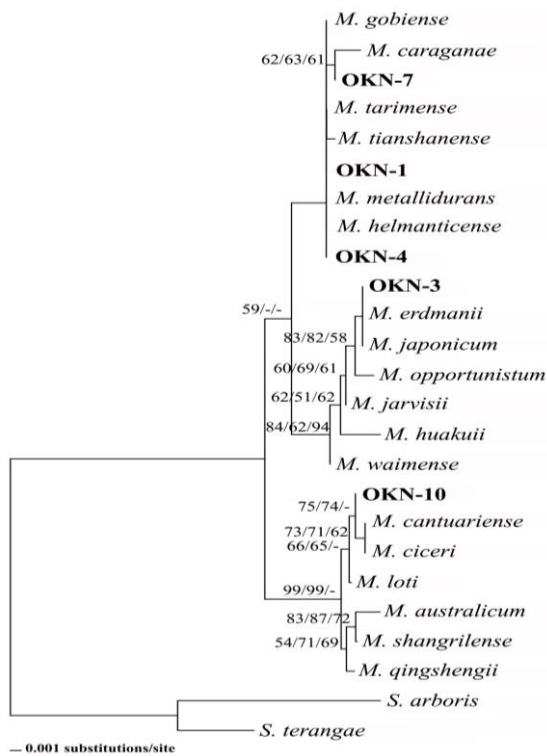


Figure 1. NJ tree based on the 16S rDNA nucleotide sequences of our new *Mesorhizobium* isolates (Bold) and the type strains of closely related *Mesorhizobium* species downloaded from GenBank (Table 2). The tree was rooted with *Sinorhizobium arboris* (Zhang et al., 1991) and *S. terangae* (de Lajudie, 1994). Bootstrap values ($\geq 50\%$) obtained from NJ, ML and MP analyses are given on each related node.

OKN-10, our fourth isolate from *A. biebersteinii*, appeared as sister to *M. cantuariense* and *M. ciceri* (showed the same 16S rDNA haplotypes) with 99.9% nucleotide sequence similarity and this node was supported with 75% and 74% bootstrap values in NJ and ML trees, respectively. On the other hand, this value was less than 50% in MP tree. *M. loti* also appeared as the fourth species in the lineage. Although this lineage was quite consistent and appeared in all trees created with NJ, ML and MP algorithms, intralinear relationships were different. In NJ and ML trees, topology were the same as explained above and all nodes in this lineage were supported with significant bootstrap values. On the other hand, a polytomy appeared in the MP bootstrap tree, thus some bootstrap values were less than 50%. Isolate OKN-3, from *L. angustissimus*, showed the same 16S rDNA haplotype with *M. japonicum* and *M. erdmanii*. *M. opportunistum* appeared as sister with 99.7% nucleotide similarity. This relationship supported with 83%, 82% and 58% bootstrap values in NJ, ML and MP trees, respectively. *M. jarvisii*, *M. huakuii* and *M. waimense* also appeared in the lineage (Figure 1).

As the second housekeeping gene we sequenced approximately 570 bp of *recA* gene of our isolates. Phylogenetic analyses were carried over 317 aligned

nucleotides with 98 segregating sites. AIC and BIC tests were suggested TIM2+I+G (I=0.383; G=0.388) and TrN+G (G=0.172) substitution models, respectively. Since the tree created with TIM2+I+G model gave higher bootstrap values, this tree preferred in the study (Figure 2). In general, *recA* phylogeny was concordant with the 16S rDNA phylogeny with minor differences. Isolates OKN-1 and OKN-4 showed close *recA* haplotypes with *M. tarimense* with 99.6% nucleotide similarities and this relationship supported with 99%, 99% and 93% bootstrap values in the NJ, ML and MP trees, respectively. *M. gobiense*, *M. muleiense* and *M. tianshanense* also appeared in this lineage (Figure 2). Phylogenetic position of OKN-7 in *recA* phylogeny was quite different than 16S rDNA phylogeny. In the *recA* tree (Figure 2), this isolate (together with *M. caraganae*) appeared as sister to *M. metallidurans*, *M. septentrionale*, *M. waimense*, *M. amorphae* and *M. helmanticense* with 94.9%, 95.5%, 95.8%, 95.2%, 96.2% nucleotide sequence similarities, respectively. On the other hand, this lineage was not supported with enough (≥ 50) bootstrap values.

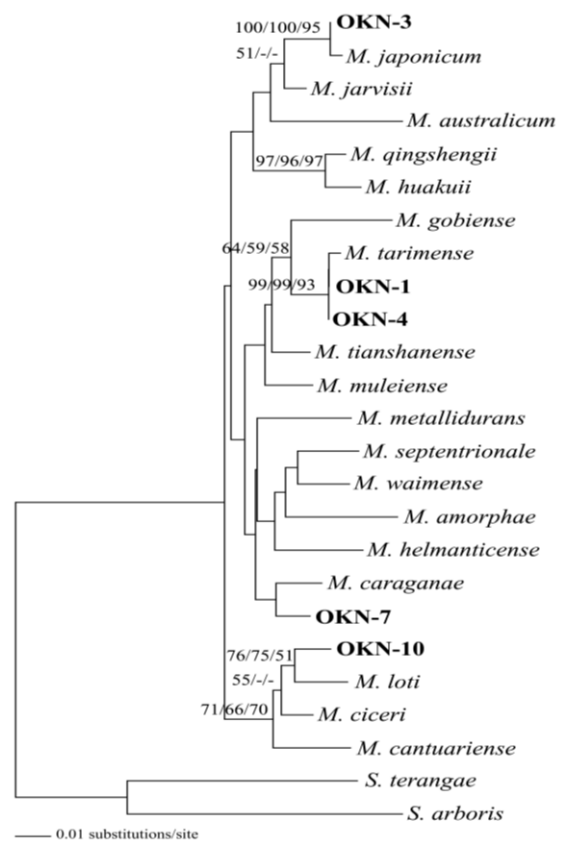


Figure 2. NJ tree based on the *recA* nucleotide sequences of our new *Mesorhizobium* isolates (Bold) and the type strains of closely related *Mesorhizobium* species downloaded from GenBank (Table 2). The tree was rooted with *Sinorhizobium arboris* (Lloret et al., 2007) and *S. terangae* (Martens et al., 2007). Bootstrap values ($\geq 50\%$) obtained from NJ, ML and MP analyses are given on each related node.

Our other isolate OKN-10 appeared as sister to *M. loti* with 97.4% nucleotide sequence similarity and this relationship was supported with 76%, 75% and 51% bootstrap values in the NJ, ML and MP trees, respectively. Concordant with the phylogeny of 16S rDNA, *M. ciceri* and

M. cantuariense also appeared as related to the lineage above and this lineage was supported with bootstrap values higher than 50% in NJ and ML trees. OKN-3 revealed *recA* haplotype close to *M. japonicum* with 99.6% nucleotide sequence similarity and this relationship was supported with 100%, 100% and 95% bootstrap values in the NJ, ML and MP trees, respectively. Additionally *M. australicum*, *M. jarvisii*, *M. qingshengii* and *M. huakuii* also appeared in the same lineage. On the other hand, *M. erdmanii* and *M. opportunistum* which were closely related to this isolate in 16S rDNA phylogeny (Figure 1) did not appear in the lineage in *recA* phylogeny.

DISCUSSION

Symbiotic diazotrophic bacteria commonly known as rhizobia is a popular subject for scientists all over the world because of their ecological and economical importance. So far some studies concerning rhizobia from Turkey have been published, however most of them are related to agronomic applications of rhizobial isolates (İçgen et al. 2002; Tüfenkci et al. 2006; Küçük & Kıvanç, 2008a; Togay et al. 2008). On the other hand, only a couple of studies about the diversity of rhizobia in Turkey are available and the isolates in these studies only belong to genus *Rhizobium* (Küçük et al. 2006; Küçük & Kıvanç, 2008b; Ögütçü et al. 2008; Ogutcu et al., 2009; Adiguzel et al., 2010; Gurkanli et al., 2013, 2014; Canik Orel et al. 2016). In this study, we characterized 5 rhizobial samples, OKN-1, -3, -4, -7, -10, isolated from root nodules of two wild legumes, *Argyrolobium biebersteinii* (Ball in Feddes) and *Lotus angustissimus* L., collected from Samsun province of Turkey. Phylogenetic analyses depending on 16S rDNA (Figure 1) clearly indicated the relationships of these isolates with the genus *Mesorhizobium*. From Turkey there are no records for any *Mesorhizobium* isolates identified using valid molecular methods, thus these isolates are the first ones. On the other hand, 16S rDNA did not provide sufficient information to associate our isolates with one of the valid *Mesorhizobium* species (Figure 1). Concordant with our result, recent studies have clearly indicated that phylogenetic analysis solely depending on 16S rDNA do not fully resolve the evolutionary relationships among rhizobial isolates in species level due to the high degree of conservation of the gene (Mousavi et al., 2015). That's why, we used a second housekeeping gene, *recA*, to identify our isolates. As a result, although isolates OKN-1 and OKN-4 from *A. biebersteinii* showed the same 16S rDNA haplotype with *M. tarimense*, *M. gobiense* and *M. metallidurans* (Figure 1), *recA* phylogeny clearly revealed their relationship with *M. tarimense* (Figure 2) which was originally identified from root nodules of *Lotus* sp. in Xinjiang, China (Han et al., 2008). To our knowledge, OKN-1 and OKN-4 are the only *M. tarimense* isolates reported after its description from China. Similarly, isolate OKN-3 from *L. angustissimus* L. showed the same 16S

rDNA haplotype with *M. erdmanii* and *M. japonicum* (Figure 1), on the other hand in *recA* phylogeny, this isolate appeared as closely related to the later species (Figure 2). *M. japonicum* was identified with reclassification of two *Lotus* sp. nodulating bacteria from Japan and New Zealand which were formerly identified as *M. loti* (Martinez-Hidalgo et al., 2016). Since then, this species have not been reported from else where, thus this is the first report of *M. japonicum* from Turkey and Europe. Although, isolate OKN-10 from *A. biebersteinii* placed in the same lineage with *M. loti*, *M. cicer* and *M. cantuariense* in 16S rDNA (Figure 1) and *recA* trees (Figure 2), it did not showed enough similarity with none of these species to designate it to one of them, thus it is possible that this isolate is a new species. Likewise, OKN-7 probably represents a new *Mesorhizobium* species, since we could not designate this isolate to any of the available *Mesorhizobium* species according to 16S rDNA and *recA* phylogenies. These presumptions needs further investigations.

In conclusion, this study presents the first *Mesorhizobium* isolates identified using valid molecular methods from Turkey. Additionally, first reports of *M. tarimense* and *M. japonicum* from Turkey and Europe are also given in the study. These isolates are the first *M. tarimense* and *M. japonicum* isolates reported after the description of these two species from their original hosts and locations. This study also presents molecular evidences for two new *Mesorhizobium* species, but these presumptions needs further investigations.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Ondokuzmayıs University (Project No PYO.FEN.1904.10.006).

REFERENCES

- Akaike, H. (1974).** A new look at statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, **19**, 716-723.
- Adiguzel, A., Ogutcu, H., Baris, O., Karadayi, M., Gulluce, M.U. & Sahin, F. (2010).** Isolation and characterization of *Rhizobium* strains from wild vetch collected from high altitudes in Erzurum-Turkey. *Romanian Biotechnological Letters*, **15**, 5017-5024.
- Alexandre, A., Laranjo, M., Young, J.P. & Oliveira, S. (2008).** *dnaJ* is a useful phylogenetic marker for alpha proteobacteria. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **58**, 2839-2849.
- Burdass, D. (2002).** *Rhizobium*, root nodules and nitrogen fixation. <http://biblio.telug.ca/LinkClick.aspx?fileticket=Zt58>

- 2qIwcmI5ljHgoneZIw%3D%3D&tabid=40831&language=fr-CA. Accessed: January 2018.
- Brewin, N.J., Beringer, J.E. & Johnston, A.W.B. (1980).** Plasmid mediated transfer of host-range specificity between two strains of *Rhizobium leguminosarum*. *Journal of General Microbiology*, **120**, 413-420.
- Canık Orel, D., Karagöz, A., Durmaz, R. & Ertunç, F. (2016).** Phenotypic and molecular characterization of *Rhizobium vitis* strains from vineyards in Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, **55**, 41-53.
- De Lajudie, P., Willems, A., Pot, B., Dewettinck, D., Maestrojuan, G., Neyra, M., Collins, M.D., Dreyfus, B., Kersters, K. & Gillis, M. (1994).** Polyphasic taxonomy of Rhizobia: emendation of the genus *Sinorhizobium* and description of *S. meliloti* comb nov., *S. saheli* sp. nov., *S. teranga* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **44**, 715-733.
- De Meyer, S.E., Tan, H.W., Heenan, P.B., Andrews, M. & Willems, A. (2015).** *Mesorhizobium waimense* sp. nov. isolated from *Sophora longicarinata* root nodules and *Mesorhizobium cantuariense* sp. nov. isolated from *Sophora microphylla* root nodules. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **65**, 3419-3426.
- Ditta, G., Virts, E., Palomares, A. & Kim, C. (1987).** The *nifA* gene of *Rhizobium meliloti* is oxygen regulated. *Journal of Bacteriology*, **169**, 3217-3223.
- Gaunt, M.W., Turner, S.L., Rigottier-Gois, L., Lloyd-Macgilp, S.A. & Young, J.P.W. (2001).** Phylogenies of *atpD* and *recA* support the small subunit rRNA-based classification of rhizobia. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **51**, 2037-2048.
- Graham, P.H., Sadowsky, M.J., Keyser, H.H., Barnett, Y.M., Bradley, R.S., Cooper, J.E., De Ley, D.J., Jarvis, B.D.W., Roslycky, E.B., Strijdom, B.W. & Young, J.P.W. (1991).** Proposed minimal standards for the description of new genera and species of root- and stem-nodulating bacteria. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **41**, 582-587.
- Guan, S.H., Chen, W.F., Wang, E.T., Lu, Y.L., Yan, X.R., Zhang, X.X. & Chen, W.X. (2008).** *Mesorhizobium caraganae* sp. nov., a novel rhizobial species nodulated with *Caragana* spp. in China. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **58**, 2646-2653.
- Guindon, S. & Gascuel, O. (2003).** A simple, fast and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum-likelihood. *Systematic Biology*, **52**, 696-704.
- Gürkanlı, C.T., Özkoç, İ. & Gündüz, İ. (2013).** Genetic diversity of rhizobia nodulating common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Central Black Sea region of Turkey. *Annals of Microbiology*, **63**, 971-987.
- Gürkanlı, C.T., Özkoç, İ. & Gündüz, İ. (2014).** Genetic diversity of *Vicia faba* L. and *Pisum sativum* L. nodulating rhizobia in the central Black Sea region of Turkey. *Annals of Microbiology*, **64**, 99-112.
- Han, T.X., Han, L.L., Wu, L.J., Chen, W.F., Sui, X.H., Gu, J.G., Wang, E.T. & Chen, W.X. (2008).** *Mesorhizobium gobiense* sp. nov. and *Mesorhizobium tarimense* sp. nov., isolated from wild legumes growing in desert soils of Xinjiang, China. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **58**, 2610-2618.
- Hall, T.A. (1999).** BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Research*, **41**, 95-98.
- İçgen, B., Özcengiz, G. & Gürdal Alaeddinoglu, N. (2002).** Evaluation of symbiotic effectiveness of various *Rhizobium cicer* strains. *Research in Microbiology*, **153**, 369-372.
- Jarvis, B.D.W., Van Berkum, P., Chen, W.X., Nour, S.M., Fernandez, M.P., Cleyet-Marel, J.C. & Gillis, M. (1997).** Transfer of *Rhizobium loti*, *Rhizobium huakuii*, *Rhizobium ciceri*, *Rhizobium mediterraneum*, and *Rhizobium tianshanense* to *Mesorhizobium* gen. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **47**, 895-898.
- Küçük, Ç. & Kıvanç, M. (2008a).** The effect of *Rhizobium* spp. inoculation on seed quality of Bean in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **11**, 1856-1859.
- Küçük, Ç. & Kıvanç, M. (2008b).** Preliminary characterization of *Rhizobium* strains isolated from chickpea nodules. *African Journal of Biotechnology*, **7**, 772-775.
- Küçük, Ç., Kıvanç, M. & Kınacı, E. (2006).** Characterization of *Rhizobium* sp. Isolated from Bean. *Turkish Journal of Biology*, **30**, 127-132.
- Lloret, L., Ormeno-Orrillo, E., Rincon, R., Martinez-Romero, J., Rogel-Hernandez, M.A. & Martinez-Romero, E. (2007).** *Ensifer mexicanus* sp. nov. a new species nodulating *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze in Mexico. *Systematic and Applied Microbiology*, **30**, 280-290.
- Lodwig, E.M., Hosie, A.H.F., Bourdes, A., Findlay, K., Allaway, D., Karunakaran, R., Downie, J.A. & Poole, P.S. (2003).** Amino-acid cycling drives nitrogen fixation in the legume-Rhizobium symbiosis. *Nature*, **422**, 722-726.
- Lu, Y.L., Chen, W.F., Wang, E.T., Han, L.L., Zhang, X.X., Chen, W.X. & Han, S.Z. (2009).** *Mesorhizobium shangrilense* sp. nov., isolated from root nodules of *Caragana* species. *International*

Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, **59**, 3012-3018.

- Maniatis, T., Fritsch, E.F. and Sambrook, J. (1982).** *Molecular cloning: a laboratory manual*. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold spring Harbor, N.Y.
- Martens, M., Delaere, M., Coopman, R., De, Vos P., Gillis, M. & Willems, A. (2007).** Multilocus sequence analysis of *Ensifer* and related taxa. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **57**, 489-503.
- Martinez-Hidalgo, P., Ramirez-Bahena, M.H., Flores-Felix, J.D., Rivas, R., Igual, J.M., Mateos, P.F., Martinez-Molina, E., Leon-Barrios, M., Peix, A. & Velazquez, E. (2015).** Revision of the taxonomic status of type strains of *Mesorhizobium loti* and reclassification of strain USDA 3471T as the type strain of *Mesorhizobium erdmanii* sp. nov. and ATCC 33669T as the type strain of *Mesorhizobium jarvisii* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **65**, 1703-1708.
- Martinez-Hidalgo, P., Ramirez-Bahena, M.H., Flores-Felix, J.D., Igual, J.M., Sanjuan, J., León-Barrios, M., Peix, A. & Velazquez, E. (2016).** Reclassification of strains MAFF 303099T and R7A into *Mesorhizobium japonicum* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **66**, 4936-4941.
- Moreira, F.M.S., Haukka, K. & Young, J.P.W. (1998).** Biodiversity of rhizobia isolated from a wide range of forest legumes in Brazil. *Molecular Ecology*, **7**, 889-895.
- Mousavi, S.A., Willems, A., Nesme, X., de Lajudie, P. & Lindström, K. (2015).** Revised phylogeny of Rhizobiaceae: Proposal of the delineation of *Pararhizobium* gen. nov., and 13 new species combinations. *Systematic and Applied Microbiology*, **38**, 84-90.
- Nandasena, K.G., O'hara, G.W., Tiwari, R.P. & Howieson, J.G. (2006).** Rapid in situ evolution of nodulating strains for *Biserrula pelecinus* L. through lateral transfer of a symbiosis island from the original mesorhizobial inoculant. *Applied and Environmental Microbiology*, **72**, 7365-7367.
- Nandasena, K.G., O'Hara, G.W., Tiwari, R.P., Willems, A. & Howieson, J.G. (2009).** *Mesorhizobium australicum* sp. nov. and *Mesorhizobium opportunistum* sp. nov., isolated from *Biserrula pelecinus* L. in Australia. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **59**, 2140-2147
- Nour, S.M., Fernandez, M.P., Normand, P. & Cleyet-Marel, J.C. (1994).** *Rhizobium ciceri* sp. nov., consisting of strains that nodulate chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Systematic Bacteriology*, **44**, 511-522.
- Ogutcu, H., Adiguzel, A., Gulluce, M., Karadayı, M. & Sahin, F. (2009).** Molecular characterization of *Rhizobium* strains isolated from wild chickpeas collected from high altitudes in Erzurum-Turkey. *Romanian Biotechnological Letters*, **14**, 4294-4300.
- Öğütçü, H., Algür, Ö.F., Elkoca, E. & Kantar, F. (2008).** The Determination of Symbiotic Effectiveness of *Rhizobium* Strains Isolated from Wild Chickpeas Collected from High Altitudes in Erzurum. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **32**, 241-248.
- Oyaizu, H., Matsumoto, S., Minamisawa, K. & Gamou, T. (1993).** Distribution of Rhizobia in leguminous plants surveyed by phylogenetic identification. *Journal of General and Applied Microbiology*, **39**, 339-354.
- Posada, D. (2008).** jModel test: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution*, **25**, 1253-1256.
- Raymond, J., Siefert, J.L., Staples, C.R. & Blankenship, R.E. (2004).** The Natural history of nitrogen fixation. *Molecular Biology and Evolution*, **21**, 541-554
- Sawada, H., Kuykendall, L.D. & Young, J.M. (2003).** Changing concepts in the systematics of bacterial nitrogen-fixing legume symbionts. *Journal of General and Applied Microbiology*, **49**, 155-179.
- Shamseldin, A., Abdelkhalek, A. & Sadowsky, M.J. (2017).** Recent changes to the classification of symbiotic, nitrogen-fixing, legume-associating bacteria: a review. *Symbiosis*, **71**, 91-109.
- Somasegaran, P. & Hoben, H.J. (1985).** Methods in legume-Rhizobium technology. United States Agency for International Development, USA
- Sprent, J.I. (2007).** Evolving ideas of legume evolution and diversity: a taxonomic perspective on the occurrence of nodulation. *New Phytologist*, **174**, 11-25.
- Swofford, D.L. (1998).** PAUP* Phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods). Version 4 beta 10. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts
- Temizkan, G. & Arda, N. (2004).** Moleküler biyolojide kullanılan yöntemler. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul
- Thompson, J.D., Gibson, T.J., Plewniak, F., Jeanmougin, F. & Higgins, D.G. (1997).** The ClustalX- Windows interface: Flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research*, **25**, 4876-4882.
- Togay, N., Togay, Y., Cimrin, K.M. & Turan, M. (2008).** Effects of *rhizobium* inoculation, sulfur and phosphorus applications on yield, yield components and nutrient uptakes in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *African Journal of Biotechnology*, **7**, 776-782.
- Tufenkci, S., Erman, M. & Sonmez, F. (2006).** Effects of phosphorus and nitrogen applications and *Rhizobium* inoculation on the yield and nutrient uptake of

- sainfoin (*Onobrychis viciifolia* L.) under irrigated conditions in Turkey. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **49**, 101-105.
- Vidal, C., Chantreuil, C., Berge, O., Maure, L., Escarre, J., Bena, G., Brunel, B. & Cleyet-Marel, J.C. (2009).** *Mesorhizobium metallidurans* sp. nov., a metal-resistant symbiont of *Anthyllis vulneraria* growing on metalcolous soil in Languedoc, France. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **59**, 850-855.
- Vincent, J.M. (1970).** A manual for the Practical Study of the Root-Nodule Bacteria. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.
- Vinuesa, P., Silva, C., Lorite, M.J., Izaguirre-Mayora, M.L., Bedmar, E.J. & Martinez-Romero, E. (2005).** Molecular systematics of rhizobia based on maximum likelihood and Bayesian phylogenies inferred from *rrs*, *atpD*, *recA* and *nifH* sequences, and their use in the classification of *Sesbania* microsymbionts from Venezuelan wetlands. *Systematic and Applied Microbiology*, **28**, 702-716.
- Wang, E.T., van Berkum, P., Sui, X.H., Beyene, D., Chen, W.X. & Martinez-Romero, E. (1999).** Diversity of rhizobia associated with *Amorpha fruticosa* isolated from Chinese soils and description of *Mesorhizobium amorphae* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **49**, 51-65.
- Willems, A. & Collins, M.D. (1993).** Phylogenetic analysis of rhizobia and agrobacteria based on 16S rRNA gene sequences. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **43**, 305-313.
- Willems, A. (2006).** The taxonomy of rhizobia: an overview. *Plant and Soil*, **287**, 3-14.
- Weisburg, W.G., Barns, S.M., Pelletier, D.A. & Lane, D.J. (1991).** 16S Ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *Journal of Bacteriology*, **173**, 697-703.
- Zhang, X., Harper, R., Karsisto, M. & Lindstrom, K. (1991).** Diversity of Rhizobium bacteria isolated from the root nodules of leguminous trees. *International Journal of Systematic Bacteriology*, **41**, 104-113.
- Zhang, X.X., Guo, X.W., Terefework, Z., Paulin, L., Cao, Y.Z., Hu, F.R., Lindstrom, K. & Li, F.D. (1999).** Genetic diversity among rhizobial isolates from field-grown *Astragalus sinicus* of Southern China. *Systematic and Applied Microbiology*, **22**, 312-320.
- Zhang, J.J., Liu, T.Y., Chen, W.F., Wang, E.T., Sui, X.H., Zhang, X.X., Li, Y., Li, Y. & Chen, W.X. (2012).** *Mesorhizobium muleiense* sp. nov., nodulating with *Cicer arietinum* L. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **62**, 2737-2742.
- Zheng, W.T., Li, Y. Jr., Wang, R., Sui, X.H., Zhang, X.X., Zhang, J.J., Wang, E.T. & Chen, W.X. (2013).** *Mesorhizobium qingshengii* sp. nov., isolated from effective nodules of *Astragalus sinicus*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **63**, 2002-2007.

***Corresponding author's:**

İbrahim ÖZKOÇ

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Arts and Science,
Department of Biology, 55139, Atakum, Samsun/Turkey

E-mail : ozkoci@omu.edu.tr / ibrahim5561@gmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-8179-0961>

Tel : +90 (362) 312 19 19 (5154)

Fax : +90 (362) 457 60 81

Carduus adpressus'un Çeşitli Ekstrelerinin Antioksidan Özellikleri ve Antimikrobiyal Aktivitesi Üzerine Bir Çalışma

Tuba ACET

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, 29100, Gümüşhane, Türkiye.

 <https://orcid.org/0000-0002-0981-9413>

Received date: 12.09.2019

Accepted date: 31.10.2019

Atf yapmak için: Acet, T. (2019). *Carduus adpressus*'un çeşitli ekstrelerinin antioksidan özellikleri ve antimikrobiyal aktivitesi üzerine bir çalışma. *Anadolu Çevre ve Hayv. Dergisi*, 4(2), 409-413.

How to cite: Acet, T. (2019). A study on antioxidant properties and antimicrobial activity of various extracts of *Carduus adpressus*. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 409-413.

Öz: *Carduus* cinsi, Anadolu halk tıbbında pek çok rahatsızlığın giderilmesinde geleneksel olarak kullanılır. Bu çalışmada, *Carduus adpressus*'un farklı bitki ekstrelerinin potansiyel antioksidan özellikleri ve antimikrobiyal aktivitesi incelendi. Toplam polifenoller, toplam fenolik ve toplam flavonoid içerikleri sırasıyla fosfomolibdat, Folin-Chiocalteu reaktifi ve $AlCl_3$ ile yapıldı. Antioksidan aktivite, ABTS (2,2'-azino-bis, 3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) ve DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metodları kullanılarak tespit edildi. Antimikrobiyal aktivite ise, disk difüzyon ve mikrodilüsyon yöntemleri kullanılarak ortaya çıkarıldı. Etanol ekstresi en yüksek toplam antioksidan ($377.9 \text{ mg GAE g}^{-1}$ ekstre), flavonoid ($60.06 \text{ mg QE g}^{-1}$ ekstre) ve fenolik ($291.03 \text{ mg GAE g}^{-1}$ ekstre) içeriğe sahipti. Ayrıca, en güçlü radikal temizleme etkinliği, etanol ekstresinde (ABTS: $78.26 \text{ mg TE g}^{-1}$ ekstre ve DPPH: $74.45 \text{ mg TE g}^{-1}$ ekstre) tespit edildi. Tüm ekstreler en az bir mikroorganizmaya karşı yüksek bir antimikrobiyal aktivite sergiledi. Sonuç olarak, *C. adpressus* bitkisinin doğal bir antioksidan ve antimikrobiyal ajan olarak kullanılma potansiyeli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Antioksidan özellik, antimikrobiyal aktivite, *Carduus adpressus*.

A Study on Antioxidant Properties and Antimicrobial Activity of Various Extracts of *Carduus adpressus*

Abstract: The genus *Carduus* is traditionally used to relieve many ailments in Anatolian folk medicine. In this study, potential antioxidant properties and antimicrobial activity of different plant extracts of *Carduus adpressus* were investigated. Total polyphenols, total phenolic and total flavonoid contents were made with phosphomolybdate, Folin-Chiocalteu reagent and $AlCl_3$, respectively. Antioxidant activity was determined using ABTS (2,2'-azino-bis, 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) methods. Antimicrobial activity was determined by disc diffusion and microdilution methods. Ethanol extract had the highest total antioxidant content ($377.9 \text{ mg GAE g}^{-1}$ extract), flavonoid ($60.06 \text{ mg QE g}^{-1}$ extract) and phenolic ($291.03 \text{ mg GAE g}^{-1}$ extract). In addition, the strongest radical scavenging activity was detected in ethanol extract (ABTS: $78.26 \text{ mg TE g}^{-1}$ extract and DPPH: $74.45 \text{ mg TE g}^{-1}$ extract). All extracts exhibited a high antimicrobial activity against at least one microorganism. As a result, *C. adpressus* plant is thought to have potential to be used as a natural antioxidant and antimicrobial agent.

Keywords: Antioxidant property, antimicrobial activity, *Carduus adpressus*.

GİRİŞ

İnsanlığın varoluşundan beri bitkiler gerek gıda olarak gerekse tıbbi amaçlarla kullanılmışlardır (Dubick, 1986). Dünya sağlık örgütünün raporlarına göre, dünya nüfusunun halen yaklaşık olarak %80'i çeşitli hastalıkların tedavisinde ilk olarak bitkilere başvurmaktadır (WHO, 2002). Bitkilerin tedavi amaçlı veya gıda olarak kullanılmaları sahip oldukları çeşitli sekonder metabolitlerden kaynaklanmaktadır (Zálešák vd., 2019). Bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşikler, özellikle sentetik maddelerin olası yan etkilerine karşı, son yıllarda daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır (Naveed vd., 2018). Bitkilere olan bu ilgi, bilim insanlarını da bir çok bitki ekstrelerinin fotokimyasını araştırmaya ve özellikle halk tıbbında kullanılan bitkileri aydınlatmaya yönlendirmiştir (Acharya vd., 2011). Günümüzde, dünya genelinde halk sağlığını ciddi biçimde tehdit eden unsurlardan birisi bakterilerin geliştirdiği antibiyotik dirençliliğidir (Vambe vd., 2018). Bu problem insanlık için çok kritik bir öneme sahiptir ve acil çözülmesi gerekmektedir. Dolayısıyla tıbbi bitkiler, bu soruna çare olabilecek bir potansiyel taşıması bakımından daha popüler hale gelmiştir (Özcan & Acet, 2018b).

Türkiye farklı coğrafik ve iklimsel özellikleri nedeniyle zengin bir bitki örtüsüne sahiptir (Nadiroğlu vd., 2019). Bunların başında, yaklaşık 23000 türden meydana gelen ve çiçekli bitkiler ailesinin en geniş üyesi olan Asteraceae gelmektedir (Davis, 1988; Güner vd., 2000). Bu aileye mensup bitkilerin birçoğu ilaç olarak kullanılma potansiyeline sahiptir ve halk tıbbında pek çok rahatsızlığın giderilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Koc vd., 2015). Literatürde, Asteraceae familyası üyelerinin antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelere sahip olduğu pek çok çalışma ile ortaya konmuştur (Sezik vd., 2001; Zheleva-Dimitrova vd., 2011; Eruygur vd., 2018; Özcan ve Acet, 2018a). *Carduus* cinsi de bu familyaya aittir ve dünya genelinde yaklaşık olarak 100 tür ile temsil edilmektedir (Chaudhary, 2000). Bu cinsin ait üyelerin sahip oldukları kimyasal içerik sayesinde, antioksidan, antiinflamatuvar, antidiyabetik, antiromatizmal, spazmotik, antikanser, antiviral, antibakteriyel ve tansiyon düşürücü gibi pek çok biyolojik aktiviteler gösterdiği rapor edilmiştir (Orhan vd., 2009; Slavov vd., 2014; Al-Shammari vd., 2015; Özcan, 2019).

Gümüşhane bölgesinde yetişen *Carduus* türlerinin biyolojik aktiviteleri üzerine yapılmış sınırlı çalışma bulunmaktadır (Özcan, 2019). Bununla birlikte, *Carduus adpressus* bitkisinin biyolojik aktivitesi ile ilgili literatürde her hangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bakımdan, mevcut çalışma ile halk tarafından çeşitli rahatsızlıkların hafifletilmesinde kullanılan *C. adpressus*'un antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu çalışma, Gümüşhane ilinde yayılış gösteren *C. adpressus* türüne ait yapılmış ilk araştırma olma niteliğindedir.

MATERYAL VE METOT

Bitki Materyali: Bitkiler çiçeklenme döneminde, Artabel/Gümüşhane' den 2800-2900 m yükseklikten 2016 yılı Ağustos ayında toplandı. Bitkinin identifikasyonu 'Flora of Turkey and the East Aegean Islands' a göre yapıldı (Davis, 1975). Şahit numune herbarium örneği hazırlanarak (TA1604), Gümüşhane Üniversitesi'nde muhafaza edildi.

Ekstraksiyon: Bitkiler 10-15 gün boyunca gölgede kurutuldu ve öğütücü (Fritsch P-15, Germany) yardımıyla toz haline getirildi. 5 g bitki tozu 100 mL uygun çözücü (etanol, metanol veya etil asetat) ile gece boyu muamele edilerek ekstraksiyon gerçekleştirildi ve bitki parçaları kaba filtre yardımıyla süzülerek uzaklaştırıldı. Daha sonra çözücüler de evaporatör yardımıyla 40°C'den düşük sıcaklıkta uzaklaştırılarak ekstreler elde edildi ve deneylerde kullanılmaya kadar -20°C'de muhafaza edildi.

Total Fenolik ve Flavonoid İçerik Tayini: Total fenolikler Folin-Ciocalteu reaktifi (Slinkard & Singleton, 1977) ve total flavonoidler ise AlCl₃ (Moreno vd., 2000) kullanılarak spektral yöntemlerle belirlendi. Sonuçlar total fenolik için gallik asit (mg GAE g⁻¹ ekstre), total flavonoid için ise quercetin eşdeğerliği (mg QE g⁻¹ ekstre) olarak verildi (Özcan, 2019).

Total Antioksidan Tayini: Ekstraktların toplam antioksidan potansiyeli, fosfomolibden yönteminde (Prieto vd., 1999) küçük modifikasyonlar yapılarak belirlendi. Kısaca, 300 µL ekstrakt, 3 mL reaktif çözeltisi ile karıştırıldı ve 90 dakika boyunca 95°C'de bekletildi. İnkübasyon bitiminde karışım 695 nm'de ölçüldü. Ekstraktların antioksidan potansiyeli, gallik asit (mg GAE g⁻¹ ekstre) eşdeğeri olarak hesaplandı.

Antioksidan Aktivite: Antioksidan aktivite ABTS ve DPPH metotları ile spektrofotometrik olarak belirlendi. Özetle, ABTS assay için 160 µl ABTS solüsyonu 80 µl bitki ekstresi ile karıştırıldı ve 6 dakika inkübasyon sonunda 750 nm'de ölçüm alındı. DPPH assay için 125 µl 0.1 mM DPPH solüsyonu eşit hacim bitki ekstresi ile karıştırıldı ve 45 dakika inkübasyon sonunda 490nm'de ölçüm alındı. Sonuçlar troloks eşdeğeri olarak hesaplandı (Özcan, 2019).

Antimikrobiyal Aktivite: Bitkinin 15 standart mikroorganizmaya (12 bakteri ve 3 maya) karşı antimikrobiyal aktivitesi disk difüzyon ve mikrodilüsyon yöntemleriyle belirlendi. Kullanılan test organizmalar şunlardır; *Enterococcus faecium* DSMZ 13590, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, MRSA ATCC 43300, *Enterococcus hirae* ATCC 10541, *Escherichia coli* ATCC 29998, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* CCM 5445, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802, *Yersinia enterocolitica* ATCC 27729, *Candida albicans* DSMZ 5817, *Candida albicans* ATCC 10231, *Candida tropicalis* NRRL YB-366.

Disk difüzyon yöntemi uygulamalarında ilk olarak, MHB petrilere mikroorganizmalar tatbik edildi ve boş diskler petriye yerleştirildi. Diskler üzerine, 20 mg mL⁻¹ stok solüsyondan alınan 10 µL bitki ekstresi bırakıldı. Daha sonra petrilere, ekstraktların agara difüzyonu için 2 saat boyunca 4°C'de bekletildi. Son aşamada, petrilere 37°C'de 1 günlük inkübasyona bırakıldı ve diskler etrafında oluşan inhibisyon zonları kaydedildi (Bauer vd., 1966).

Mikrodilüsyon yöntemi kullanılarak ekstrelerin minimum inhibisyon konsantrasyonları (MİK) belirlendi (CLSI, 2017). Öncelikle, bitki ekstreleri 1-512 µg mL⁻¹ aralığında seyreltilerek 96 kuyucuklu mikrolakalara dağıtıldı ve mikroorganizmalar ile karıştırılarak 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakıldı. Mikrobiyal büyümenin görülmediği konsantrasyon MİK değeri olarak belirlendi. Novobiosin, kloramfenikol ve nistatin pozitif kontrol olarak kullanıldı.

İstatistiksel Analizler: Tüm ölçümler 3 tekrar halinde gerçekleştirildi. Sonuçlar SPSS (versiyon 20.0, IBM) programı, One-way ANOVA ile hesaplandı ve anlamlı farklar Duncan çoklu sıralama testleri ile belirlendi. P <0.05 değerleri anlamlı kabul edildi.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toplam Biyoaktif Madde İçerikleri: *C. adpressus* ekstrelerinin total biyoaktif madde içerikleri spektrofotometrik yöntemlerle belirlenmiştir (Tablo 1). Etanol ekstresinin toplam biyoaktif madde içeriği (total antioksidan, total fenolik ve flavonoid miktarları) diğer ekstreler göre yüksek bulunmuştur. Özcan (2019)'un yaptığı çalışmada, aynı bölgeden toplanmış olan *Carduus lanuginosus* bitkisi benzer özellikler bakımından araştırılmıştır ve en yüksek toplam antioksidan kapasite su ekstresinde 636,84 mg GAE g⁻¹ ekstre olarak tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada, etil asetat ekstresinin toplam fenolik (380,61 mg GAE g⁻¹) ve flavonoid (143,05 mg GAE g⁻¹) içerikleri, mevcut çalışmanın sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Bu bakımdan *C. adpressus* bitkisinin total biyoaktif madde içeriklerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bununla beraber, Bulgaristan'dan toplanan bazı *Carduus* türlerinin antioksidan özelliklerinin araştırıldığı bir başka çalışmada, *C. kernerii* ssp. *austroorientalis*'in polifenol ve flavonoid içerikleri oldukça düşük bulunmuştur (Zheleva-Dimitrova vd., 2011). Bu sonuçlar, *C. adpressus* bitkisinin toplam biyoaktif madde içerikleri bakımından kayda değer sonuçlara sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Radikal Süpürücü Aktivite: *C. adpressus* ekstrelerinin antioksidan aktiviteleri bitkilerde yaygın olarak kullanılan ABTS VE DPPH metotları (Dudonné vd., 2009) ile belirlendi ve sonuçlar Tablo 2'de verildi. Her iki yöntemde de etanol ekstresinin diğer ekstreler oranla (ABTS: 78,26 mg TE g⁻¹ ekstre ve DPPH: 74,45 mg TE g⁻¹ ekstre) radikal süpürme etkisinin yüksek olduğu bulundu. Sonuçlar IC₅₀ değerlerinin hesaplanması (düşük olması

aktivitenin yüksek olduğu anlamına gelmektedir) ile de doğrulanmış oldu. Ayrıca, elde edilen sonuçlar antioksidan aktivite ile toplam biyoaktif madde içerikleri arasında bir ilişki olduğunu ortaya koydu. Literatürde de *Carduus* türlerinin antioksidan aktiviteleri üzerine yapılmış bazı çalışmalara rastlanmıştır. Örneğin, Dimitrova-Dyulgerova vd., (2015), dört farklı *Carduus* türü üzerine yapmış oldukları bir çalışmada, mevcut çalışmaya benzer biçimde etanol ekstraktlarının yüksek ABTS ve DPPH aktiviteler sergilediğini rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise, *Carduus* türlerinin antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğu vurgulanmıştır (Zheleva-Dimitrova vd., 2011). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada ise, endemik bir tür olan *C. lanuginosus*'un antioksidan aktivitelerine bakılmış ve en yüksek ABTS aktivitesi (151,64 mg TE g⁻¹ ekstre) su ekstraktında bulunurken; en yüksek DPPH aktivitesi (70,93 mg TE g⁻¹ ekstre) etilasetat ekstresinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlar mevcut çalışma ile kıyaslandığında, *C. adpressus* bitkisinin ABTS yöntemine göre kısmen düşük olmakla birlikte, DPPH yöntemine göre yorumlandığında kayda değer bir aktiviteye sahip olduğu söylenebilir.

Tablo1. *Carduus adpressus* ekstrelerinin toplam biyoaktif madde içerikleri.

Ekstreler	Toplam antioksidan (mg GAE g ⁻¹ ekstre)	Toplam fenolik miktarı (mg GAE g ⁻¹ ekstre)	Toplam flavonoid miktarı (mg QE g ⁻¹ ekstre)
Hekzan	289,7±1,5 ^c	73,85±1,2 ^c	35,82±1,3 ^c
Etil asetat	368,2±1,5 ^b	52,56±0,8 ^d	42,43±1,8 ^{c,b}
Etanol	377,9±0,8 ^a	291,03±2,1 ^a	60,06±0,4 ^a
Metanol	253,4±1,7 ^c	16,09±1,2 ^e	46,31±1,8 ^b
Su	276,3±1,2 ^d	80,83±1,7 ^b	8,29±1,0 ^d

Tablo 2. *Carduus adpressus* ekstrelerinin antioksidan aktiviteleri.

Ekstreler	Antioksidan aktivite			
	ABTS (mg TE g ⁻¹ ekstre)	ABTS IC ₅₀ value (µg/ml)	DPPH (mg TE g ⁻¹ ekstre)	DPPH IC ₅₀ value (µg/ml)
Hekzan	53,31±0,9 ^c	178,14±0,7 ^b	10,86±0,7 ^c	621,25±0,5 ^a
Etilasetat	54,84±1,3 ^c	169,37±1,3 ^c	44,50±0,7 ^c	143,40±0,8 ^c
Etanol	78,26±1,0 ^a	98,03±0,4 ^e	74,45±1,2 ^a	43,00±0,1 ^e
Metanol	38,32±0,4 ^d	386,70±1,2 ^a	19,09±0,5 ^d	326,27±1,3 ^b
Su	69,10±0,7 ^b	119,99±1,3 ^d	58,86±1,4 ^b	112,0±0,5 ^d

Antimikrobiyal aktivite: Ekstraktların antimikrobiyal aktiviteleri, disk difüzyon ve mikrodilüsyon yöntemleri kullanılarak belirlendi. On iki bakteri suşu (6 Gram (+) 6 Gram (-)) ve bu testlerde iki maya kullanıldı. Araştırma için disk başına 200 µg ekstrakt kullanıldı ve sonuçlar Tablo 3'te sunuldu. Ekstraktlar 9 ile 10 mm arasında değişen inhibisyon aralıkları sergiledi. Su ekstresi hariç tüm ekstreler, en az bir mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal aktivite gösterdi. *Y. enterocolitica* ATCC 27729, *V. parahaemolyticus* ATCC 17802, *E. coli* ATCC 29998 ve *E. faecium* DSMZ 13590'e karşı pozitif kontrole eşdeğer MİK değerleri belirlenirken; *S. aureus* ATCC 6538'e karşı ise pozitif kontrolden daha yüksek bir antimikrobiyal aktivite tespit edildi. Ekstrelerin test edilen mayalardan *C. albicans* DSMZ 58171'a karşı daha etkili olduğu tespit edildi. Özcan (2019)'un yapmış olduğu çalışmada, *C. lanuginosus* bitkisinin bu organizmalara karşı benzer antimikrobiyal

aktiviteler sergilediği bildirilmiştir. Ayrıca, Abdel Rahman vd., (2011) *Carduus getulus* metanol ekstresinin de *S. aeruginosa*, *K. pneumoniae* ve *B. cereus*'a karşı zayıf inhibisyon sergilediğini rapor etmişlerdir. Tüm sonuçlar birlikte ele alındığında, ekstraktın orta düzeyde bir antimikrobiyal etkinliğinin olduğu söylenebilir.

Tablo 3. *Carduus adpressus* ekstrelerinin disk difüzyon zonları.

Test mikroorganizmalar	Disk difüzyon inhibisyon zonu (mm)						
	Pozitif kontrol			Bitki ekstreleri			
	CH	NO	NY	Metanol	Etanol	Etilasetat	Hekzan
Gram (-) bakteriler							
<i>E. coli</i> ATCC 29998	13	15	-	9	9	9	9
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 13883	18	30	-	10	9	10	9
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	16	23	-	9	9	9	9
<i>S. typhimurium</i> CCM 5445	18	13	-	9	9	9	9
<i>V. parahaemolyticus</i> ATCC 17802	11	11	-	9	9	9	9
<i>Y. enterocolitica</i> ATCC 27729	20	15	-	10	10	10	10
Gram (+) bakteriler							
<i>E. faecium</i> DSMZ 13590	20	20	-	10	10	10	10
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	15	24	-	9	9	10	9
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	15	30	-	9	9	10	9
MRSA ATCC 43300	15	30	-	9	9	9	9
<i>E. hirae</i> ATCC 10541	18	25	-	9	9	9	9
<i>S. epidermidis</i> ATCC 12228	17	25	-	10	9	10	10
Mayalar							
<i>C. albicans</i> DSMZ 5817	-	-	15	10	10	10	10
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	-	-	15	9	9	9	9

Tablo 4. *Carduus adpressus* ekstrelerinin MİK değerleri

Test mikroorganizmalar	Disk difüzyon inhibisyon zonu (mm)						
	Pozitif kontrol			Bitki ekstreleri			
	CH	NO	NY	Metanol	Etanol	Etilasetat	Hekzan
Gram (-) bakteriler							
<i>E. coli</i> ATCC 29998	16	64	-	64	64	64	64
<i>K. pneumoniae</i> ATCC 13883	32	32	-	64	64	64	64
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	16	8	-	64	64	64	64
<i>S. typhimurium</i> CCM 5445	16	16	-	64	64	64	64
<i>V. parahaemolyticus</i> ATCC 17802	64	128	-	64	64	64	64
<i>Y. enterocolitica</i> ATCC 27729	32	32	-	32	32	32	32
Gram (+) bakteriler							
<i>E. faecium</i> DSMZ 13590	32	16	-	32	32	32	32
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	16	16	-	64	32	64	32
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	128	128	-	64	64	64	64
MRSA ATCC 43300	32	8	-	64	64	64	64
<i>E. hirae</i> ATCC 10541	32	16	-	64	64	64	64
<i>S. epidermidis</i> ATCC 12228	16	8	-	32	64	32	32
Mayalar							
<i>C. albicans</i> DSMZ 5817	-	-	16	32	32	32	32
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	-	-	16	64	64	64	64

Sonuç olarak bu çalışma, Gümüşhane ilinde yayılış gösteren *C. adpressus* bitkisinin, antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri üzerine yapılmış ilk rapor olma niteliğindedir. Bitki, bölge halkı tarafından pek çok rahatsızlığın giderilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde, artan sağlık problemleri, mevcut sentetik teknolojilerin yetersiz kalması ve bunların neden olduğu istenmeyen yan etkiler nedeniyle, özellikle halk tıbbında kullanılan bitkilerin aydınlatılması, farmasötik açıdan kullanılabilirliklerinin test edilmesi oldukça büyük bir önem taşımaktadır. Elde edilen deney sonuçlarına göre, *C. adpressus* bitkisinin farklı ekstraktlarının antioksidan ve antimikrobiyal özellikler sergilediği ortaya konmuştur. Özellikle, etanol ekstresinin antioksidan aktivitesinin, sahip olduğu yüksek biyoaktif bileşenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak, bu bitkinin doğal bir antioksidan ve antimikrobiyal bir madde olarak kullanım potansiyeli söz konusudur. Ayrıca, iddia edilen aktivitelerin nereden kaynaklandığını anlayabilmek için, fitokimyası aydınlatılmalıdır. Bununla birlikte, sonuçlar daha ileri in vivo çalışmalarla desteklenerek, farmasötik açıdan kullanılabilirliği daha ayrıntılı olarak ele alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abdel Rahman, S.M., Abd-Ellatif, S.A., Deraz, S.F. & Khalil, A.A. (2011).** Antibacterial activity of some wild medicinal plants collected from western Mediterranean coast, Egypt: Natural alternatives for infectious disease treatment. *African Journal of Biotechnology*, **10**(52), 10733-10743.
- Acharya, S.N., Parihar, V.G. & Acharya, R.S. (2011).** Hytosomes: novel approach for delivering herbal extract with improved bioavailability. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **2**(1), 144-160.
- Al-Shammari, L.A., Hassan, W.H.B. & Al, H.M. (2015).** Phytochemical and biological studies of *Carduus pycnocephalus* L. *Journal of Saudi Chemical Society*, **19**(4), 410-416.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M., Sherris, J.C. & Turck, M. (1966).** Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, **45**(4), 493-496.
- Chaudhary, S.A. (2000).** *Flora of the Kingdom of Saudi Arabia, vol, II, part 3, Ministry of Agriculture and Water, National Herbarium.* National Agriculture and Water Research Center, Riyadh, KSA,117-202.
- CLSI. (2017).** *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; 27th Informational Supplement*, CLSI/NCCLS, 27th ed.; Clinical and Laboratory Standards Institute: Wayne, PA, USA.
- Davis, P.H. (1975).** "*Carduus L.*" In *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, edited by P, H, Davis, Edinburgh: Edinburgh University Press, Edinburgh 5, 420-438,
- Davis, P.H. (1988).** *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 10, Edinburgh, Edinburgh University Press, University Press, Edinburgh.
- Dimitrova-Dyulgerova, I., Zhelev, I. & Mihaylova, D. (2015).** Phenolic profile and in vitro antioxidant activity of endemic Bulgarian *Carduus* species. *Pharmacognosy Magazine*, **11**(4), 575-579.
- Dubick, M.A. (1986).** Historical perspectives on the use of herbal preparations to promote health. *The Journal of Nutrition*, **116**(7), 1348-1354.
- Dudonné, S., Vitrac, X., Coutière, P., Woillez, M. & Mérillon, J.M. (2009).** Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **57**(5), 1768-1774.
- Eruygur, N., Kocyyigit, U.M., Atas, M., Tekin, M. & Gulcin, I. (2019).** Screening the in vitro antioxidant, antimicrobial, anticholinesterase, antidiabetic activities of endemic *Achillea cucullata* (Asteraceae) ethanol extract. *South African Journal of Botany*, **120**, 141-145.

- Guner, A., Ozhatay, N. & Ekim, T. (2000).** *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Koc, S., Isgor, B.S., Isgor, Y.G., Shomali Moghaddam, N. & Yildirim, O. (2015).** The potential medicinal value of plants from Asteraceae family with antioxidant defence enzymes as biological targets. *Pharmaceutical Biology*, **53**(5), 746-751.
- Moreno, M.I., Isla, M.I., Sampietro, A.R. & Vattuone, M.A. (2000).** Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *Journal of Ethnopharmacology*, **71**, 109-114.
- Nadiroğlu, M., Behçet, L. & Çakılcıoğlu, U. (2019).** An ethnobotanical survey of medicinal plants in Karlıoive (Bingöl-Turkey). *Indian Journal of Traditional Knowledge*, **18**(1), 76-87.
- Naveed, M., Bibi, J., Kamboh, A.A., Suheryani, I., Kakar, I., Fazlani, S.A., FangFang, X., Alikalhor, S., Yunjuan, L., Kakar, M.U., Abd El-Hack, M.E., Noreldin, A.E., Zhixiang, S., LiXia, C. & XiaoHui, Z. (2018).** Pharmacological values and therapeutic properties of black tea (*Camellia sinensis*): A comprehensive overview. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, **100**, 521-531.
- Orhan, I., Deliorman-Orhan, D. & Özçelik, B. (2009).** Antiviral activity and cytotoxicity of the lipophilic extracts of various edible plants and their fatty acids. *Food Chemistry*, **115**(2), 701-705.
- Özcan, K. (2019).** Determination of biological activity of *Carduus lanuginosus*: an endemic plant in Turkey. *International Journal of Environmental Health Research*, <https://doi.org/10.1080/09603123.2019.1628187>.
- Özcan, K. & Acet, T. (2018a).** In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the five different solvent extracts of *Centaurea pulcherrima* var. *freynii* from Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **27**(6), 4047-4051.
- Özcan, K. & Acet, T. (2018b).** Antimicrobial and antioxidant screening, synergy studies of *Helichrysum chionophilum* extracts against to resistant microbial strains, *Fresenius Environmental Bulletin*, **27**(7), 5045-5052.
- Prieto, P., Pineda, M. & Aguilar, M. (1999).** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphor molybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, **269**, 337-341.
- Sezik, E., Yesilada, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y. & Tanaka, T. (2001).** Traditional Medicine in Turkey X, Folk Medicine in Central Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology*, **75**, 95-115.
- Slavov, I., Mihayloiva, D. & Dimitrova-dyulgerova, I. (2014).** Phenolic acids, flavonoid profile and antioxidant activity of *Carduus thoermeri* Weinm, Extract. *Oxidation Communications*, **37**(1), 247-253.
- Slinkard, K. & Singleton, V.L. (1977).** Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, **28**, 49-55.
- Vambe, M., Aremu, A.O., Chukwujekwu, J.C., Finnie, J.F. & Staden, J.V. (2018).** Antibacterial screening, synergy studies and phenolic content of seven South African medicinal plants against drug-sensitive and -resistant microbial strains. *South African Journal of Botany*, **114**, 250-259.
- Zálešák, F., Bon, D.J.D. & Pospíšil, J. (2019).** Lignans and Neolignans: Plant secondary metabolites as a reservoir of biologically active substances. *Pharmacological Research*, **14**, 104284.
- Zheleva-Dimitrova, D., Zhelev, I., Dimitrova-Dyulgerova, I. (2011).** Antioxidant activity of some *Carduus* species growing in Bulgaria. *Free Radicals and Antioxidants*, **1**(4), 15-20.

***Corresponding author's:**

Tuba ACET

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, 29100, Gümüşhane, Türkiye.

✉E-mail: tubaacet@hotmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-0981-9413>

GSM : +90 (535)873 77 48

Bandırma Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası (Marmara Denizi, Türkiye) Amatör Olta Balıkçılığının Sosyo-ekonomik Özellikleri ve Av Kompozisyonu

Fikret ÖNDES

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İzmir, 35620, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-9522-7050>

Received date: 03.07.2019

Accepted date: 19.08.2019

Atf yapmak için: Öndes, F . (2019). Bandırma Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası (Marmara Denizi, Türkiye) Amatör Olta Balıkçılığının Sosyo-ekonomik Özellikleri ve Av Kompozisyonu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 414-421.

How to cite: Öndes, F . (2019).. Socio-economic Characteristics and Catch Composition of Recreational Angling in Bandırma Bay and the Kapıdağ Peninsula (Sea of Marmara, Turkey). *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 414-421.

Öz: Bu çalışma, Bandırma Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası'ndaki amatör balıkçıların sosyo-demografik özelliklerini, balıkçılık masraflarını, birim çabaya düşen av miktarı ile av kompozisyonunu tespit etmeyi amaçlamıştır. Veri temini, yüz yüze yapılan anketler ile (n=120) Eylül-Aralık 2018 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Anketler ile balıkçıların demografik özellikleri, balıkçılık aktivitesi için yaptıkları masraflar, aktivitenin zamansal değişimi, birim çabaya düşen av miktarı, av kompozisyonu ve başlıca sorunlar ile balıkçıların balıkçılık yönetiminde potansiyel düzenlemelere karşı bakış açıları hakkında verilere ulaşılmıştır. Balıkçıların ortalama yaşı 46 ± 14 yıl olarak tespit edilmiş ve büyük bir kısmının lise mezunu evli erkeklerden oluştuğu gözlemlenmiştir. Bir balıkçının ortalama 1 470 \pm 189 TL yıllık masrafının olduğu tespit edilmiştir (av takımı bedeli hariç). Birim çabaya düşen av miktarı ortalama 0,46 kg/saat olarak tespit edilmiştir. Çalışmada toplam 29 tür rapor edilmiş, en yaygın tutulan türler sırasıyla *Trachurus mediterraneus*, *Lithognathus mormyrus* ve *Pomatomus saltatrix*' dir. Amatör balıkçıların %55'i ticari balıkçılar ile çıkar çatışması yaşadıklarını bildirmiştir. Ankete katılanların büyük çoğunluğu amatör balıkçılıkta uygulanan mevcut tebliğ hakkında yeterli bilgilerinin olmadığını ve olası yer ve zaman yasaklarını gereksiz bulduklarını belirtmiştir. Denizel kaynakların sürdürülebilir kullanımı için amatör balıkçıların, tebliğ hakkında bilgilendirilmelerinin ve yaptıkları aktivitenin denetlenip, izlenmesinin büyük önemi bulunmaktadır.

Anahtar sözcükler: Balıkçılık yönetimi, balıkçılık ekonomisi, olta balıkçılığı, mevzuat, Türkiye.

Socio-economic Characteristics and Catch Composition of Recreational Angling in Bandırma Bay and the Kapıdağ Peninsula (Sea of Marmara, Turkey)

Abstract: This study aimed to determine the socio-demographic characteristics of recreational fishers, fisheries expenditures, catch per unit effort and catch composition around Bandırma Bay and Kapıdağ Peninsula. Data were collected through the use of face to face questionnaires (n=120) between September and December 2018. With the data obtained from the research, demographic characteristics, fishing expenditures, temporal changes in fishing, catch per unit effort, catch composition, main problems and perspectives of fishers on the potential regulations related to fisheries management were investigated. The mean age of fishers was 46 ± 14 years and most fishers were male, married and they had a high school degree. Mean annual expenses on recreational fishing activity was 1 470 \pm 189 TL (except for fishing rod). The mean catch per unit effort was estimated as 0.46 kg/h. A total of 29 species were reported and *Trachurus mediterraneus*, *Lithognathus mormyrus* and *Pomatomus saltatrix* were the most common species respectively. The recreational fishers (55%) declared that they had a conflict with commercial fishers. Many respondents reported that they did not have enough information on the current notification and they considered that spatial and temporal closures were not necessary for recreational fishing. It is critically important that recreational fishers are informed about the fishing notification, their activity is audited and monitored for the sustainable use of marine resources.

Keywords: Fisheries management, fisheries economy, angling, legislation, Turkey.

GİRİŞ

Amatör balıkçılık aynı zamanda rekreasyonel balıkçılık olarak da bilinmekte olup (Ünal ve Kıraç, 2013) Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından şu şekilde tanımlanmaktadır; “Kişilerin birincil gıda ihtiyacını karşılamayan akuatik canlıların (çoğunlukla da balıkların), genellikle ihraç ürünü olarak, yerel pazarlarda ya da karaborsada satılmadığı balıkçılık şeklidir” (FAO, 2012). Amatör balıkçılığın, ticari balıkçılık gibi balık ve omurgasız stokları ve habitatlar üzerinde benzer negatif etkilere sebep olduğu vurgulanmıştır (Cooke ve Cowx, 2006). Bununla birlikte, bu etkilerine rağmen amatör balıkçılığın izlenmesi ticari balıkçılığa kadar düzenli yapılamamaktadır (Hilborn ve Hilborn, 2012). Ayrıca amatör balıkçılar ile ticari balıkçılar arasında aynı türlerin aynı av sahasında hedeflenmesi sebebiyle zaman zaman çatışmalar olabilmektedir (Kearney, 2001). Dolayısıyla bu çatışmaları minimize etmek ve denizel kaynakların uzun vadede sürdürülebilir kullanımına olanak tanımak adına her iki aktivitenin de daha detaylı incelenmesi temel özelliklerinin bilinmesi ve izlenmesi kritik önem taşımaktadır. Ticari balıkçılıkla ilgili çalışmalar biyolojik, ekolojik, sosyo-ekonomik özellikleri ve etkileri açısından bir çok araştırmacı tarafından ele alınmasına rağmen amatör balıkçılıkla ilgili çalışmaların, özellikle ulusal ölçekte, daha sınırlı sayıda ve daha dar kapsamda yapıldığı görülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri’nde 2015 yılında yaklaşık 9 milyon amatör deniz balıkçısı, 63 milyar dolarlık satış etkisi, 36 milyar dolarlık katma değer etkisi, 22 milyar dolarlık gelir etkisi sağlamış ve 439 000 vatandaşa istihdam sağlamıştır (NOAA, 2018). Avrupa Birliği’ne üye olan ülkelerin verileri göz önünde bulundurulduğunda Avrupa’da yaklaşık 9 milyon amatör deniz balıkçısının olduğu tahmin edilmekte olup, yıllık yaklaşık 6 milyar Euro harcama yaptıkları rapor edilmiştir (Hyder vd., 2018).

Türkiye’de ise zorunlu bir lisans uygulaması olmadığı için ne kadar amatör balıkçının mevcut olduğunu hakkında kesin verilere ulaşmak mümkün değildir. Aynı zamanda amatör balıkçıların yaptıkları aktivitelerin yoğunlukları hakkında ya da diğer bir deyişle balıkçılık çabası konusunda ve bu aktivitenin ekonomik boyutu hakkında fazla bilgi bulunmamaktadır (Ünal ve Kıraç, 2013). Öte yandan amatör balıkçılık ile ilgili düzenli veri toplanmıyor olması (Öndes vd., 2018) bu aktivitenin ekolojik ve sosyo-ekonomik etkilerinin tahmin edilmesini, dolayısıyla da yönetime dair bilimsel öneriler getirilmesini zorlaştırmaktadır.

Türkiye’de amatör deniz balıkçılığının sosyo-ekonomik durumu üzerine yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu İzmir Körfezi’nde (Ege Denizi) gerçekleştirilmiştir (Dırmıkcı, 2009; Tunca vd., 2012; Kuru, 2013; Tunca vd., 2016; Taylan vd., 2017). Bunlara ilaveten Çanakkale Boğazı (Ünal vd., 2010) ve Karadeniz’de (Aydın

vd., 2013; Aydın vd., 2018; Tunca vd., 2018) bazı çalışmalar yapılmıştır. Marmara Denizi’nde ise Galata Köprüsü amatör balıkçılığının sosyolojik durumu Alıçlı vd. (2018) tarafından değerlendirilmiştir. Bunlara ilave olarak, konunun yönetim ve uygulama boyutuyla ilgili Sualtı Araştırmaları Derneği tarafından ulusal ölçekte bir proje yürütülmüştür. Bu projenin çıktısı olarak, projeye aynı ismi taşıyan ve amatör balıkçılıkla ilgili temel konuları içeren çok yazarlı “sorumlu amatör balıkçılığa geçiş” adında bir kitap çıkarılmıştır (Ünal ve Kıraç 2013). Mevcut çalışmada ise bugüne kadar konuyla ilgili hiç çalışılmamış Bandırma Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası ele alınmıştır.

Bu çalışma, Bandırma Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası’ndaki amatör balıkçıların demografik özelliklerini ve balıkçılık ile ilgili yapılan masraflarını rapor etmektedir. Ayrıca, yapılan balıkçılık aktivitesinin zamansal değişimi, birim çabaya düşen av miktarı ve av kompozisyonu hakkında veri temin etmek, başlıca sorunlar ve balıkçıların balıkçılık yönetiminde yapılabilecek potansiyel düzenlemelere karşı bakış açılarını tespit etmeyi amaçlamıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı: Kapıdağ Yarımadası, Marmara Denizi’nin güneyinde ikili tombolo ile anakaraya bağlanmış, 300 km²’lik bir alana sahip üçgen şeklinde bir yarımadadır (Öner, 2009; Soykan ve Fıçıcı, 2016) (Şekil 1). Bandırma Körfezi, Kapıdağ Yarımadası’nın doğu kısmını kapsar. Amatör balıkçılık bu yarımadanın popüler rekreasyonel aktiviteleri arasında yerini almıştır (Kılınç, 2005).



Şekil 1. Çalışma alanı

Veri toplama: Çalışma verileri Kapıdağ Yarımadası’nda (Erdek, Narlı ve Karşıyaka) ve Bandırma Körfezi’nde (Şekil 1) kıydan olta ile amatör balıkçılık yapan balıkçılardan Eylül-Aralık 2018 periyodunda toplanmıştır. Türkiye’de amatör balıkçılık belgesi gönüllülük esasına göre

verildiği ve zorunlu bir lisans olmadığı için gerek çalışma bölgesinde gerekse de Türkiye genelinde toplam amatör balıkçı sayısına dair herhangi bir kayıt bulunmamaktadır. Bu sebeple, örneklem sayısının belirlenmesinde sonsuz anakütle formülünden yarar

lanılmıştır (Daniel, 1999; Göncüoğlu Bodur vd., 2017).

$$n = \frac{z^2 \cdot p(1-p)}{d^2}$$

$$n = \frac{z^2 \cdot p(1-p)}{d^2}$$

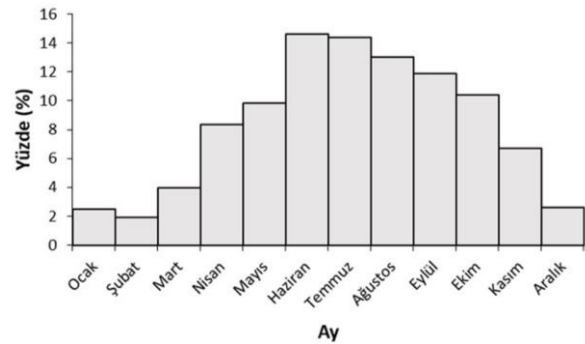
Bu formülde %95 güven aralığı esas alınıp, $z=1,96$ sabiti ile örneklem hacmi hesaplandığında eşitlik sonucu olarak 99 sayısına ulaşılmış olmasına karşın, % 20 oranında fazla kişiyle çalışarak verilerin güvenilirliğini arttırmak için 120 kişiye basit tesadüfî örneklem yöntemi ile yüz yüze anketler uygulanmıştır. Anketler şu kısımları içermiştir; 1) balıkçıların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, medeni durumu, eğitim durumu, mesleği ve geliri, balıkçılık tecrübesi), 2) balıkçılık için yaptıkları masraflar (ulaşım, av ekipmanı, yem ve diğer masraflar), 3) yapılan balıkçılık ve av aracı hakkında bilgi (yıllık avcılık yapılan gün sayısı, günlük yakalanan su ürünleri miktarı, yakalanan türler ve yapılan aktivite ile ilgili zamansal değişimler, kullanılan av aracının çeşidi), 4) Amatör balıkçılığın sorunları ve balıkçıların tebliğdeki kısıtlamalar hakkında bilgi düzeyleri ve balıkçılık yönetiminde yapılabilecek potansiyel düzenlemelere (kayıt defteri, zaman yasakları, yer yasakları) bakış açılarıdır. Masraflar ve yapılan aktivitenin yoğunluğu ile ilgili konularda balıkçıların bir önceki yıldaki (2017) faaliyetleri değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz: Mevsimlere göre amatör balıkçıların günlük avlanma süreleri arasında fark olup olmadığı Kruskal-Wallis testi ile analiz edilmiştir. Balıkçıların av ekipmanları için yaptıkları masrafların, maaşlarının etkisi altında olup olmadığını test etmek üzere regresyon testinden yararlanılmıştır. Birim çabaya düşen av miktarının hesaplanmasında Ünal vd. (2010)'dan yararlanılmış olup; Birim çabaya düşen av miktarı = Yakalanan balık miktarı (kg)/Toplam av süresi (saat) formülü kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler SPSS (Versiyon 20) paket yazılımı ile gerçekleştirilmiştir (Field, 2005).

BULGULAR

Çalışmada yıl boyunca amatör balıkçılık yapıldığı ancak en fazla yoğunluğun Haziran ayında olduğu, kış aylarında ise (Aralık, Ocak, Şubat) aktivitenin yoğunluğunda düşüş görüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 2). Balıkçıların ortalama günlük avlanma süreleri 3 ± 2 saat olarak tespit edilmiştir. Günlük avcılık süresinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde mevsimlere göre değiştiği ($P < 0,05$, $\chi^2 = 9,90$) ve yazın en yüksek değere ulaştığı gözlemlenmiştir. Balıkçıların %65'i hem hafta içi hem de hafta sonu avlanırken, %31'i sadece hafta sonu, %4'ü ise sadece hafta

içi avlanmaktadır. Ankete katılanların %61'i sabah erken saatlerini tercih edilen avcılık zamanı olarak bildirmiş olup, %22'si akşam, %10'u herhangi bir zamanda, %4'ü gece, %3'ü ise öğlen avlanmaktadır.



Şekil 2. Amatör balıkçıların aktiviteye katılım oranlarının aylara göre dağılımı (2017 yılı verisi).

Balıkçılık tecrübesi 19 ± 14 yıl olarak tespit edilmiş olup, amatör balıkçılığa %59'u arkadaş ya da akraba önerisi, %25'i merak sonucu, %9'u deniz sevgisinden ötürü, %7'si ise balık ihtiyacını karşılayabilmek için başladıklarını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, amatör balıkçılık yapanların %40'nın amatör balıkçı lisansı olduğu tespit edilmiştir.

Balıkçıların büyük çoğunluğu (%84) sadece kıyıda olta ile avlanırken, %11'i hem kıyıda hem de teknedeki olta ile avlandığını ve sadece %5'i ise olta ile avcılığa ilaveten zıpkın ile avlandığını belirtmiştir. Kullanılan yem çeşidi açısından ise balıkçıların %69'u hem canlı yem hem de yapay yem kullanırken, %22'si sadece sahte yem (maket balıklar ve çapariler), %9'u ise sadece canlı yem (örn. sülünöz, boru kurdu, mamun, yengeç, midye) kullandıklarını rapor etmişlerdir.

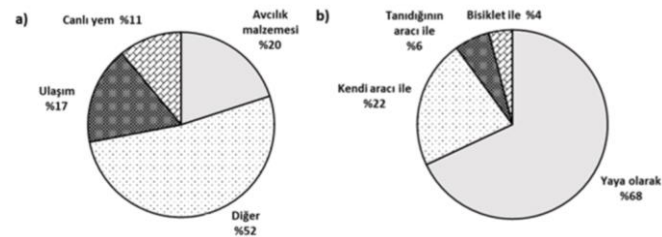
Bu çalışmada amatör balıkçıların %96'sı erkek olup, büyük çoğunluğu (%76) evlidir (Tablo 1). Yaş ortalaması 46 ± 14 olarak tespit edilmiş olup en yaşlı balıkçı 80 yaşında iken, balıkçıların %8'i ise 16-25 yaş aralığında dağılım göstermiştir. Eğitim durumları açısından lise mezunu balıkçıların baskın durumdadır (%39) (Tablo 1). Ankete katılan balıkçıların %36'sı emekli olup, onları kamuda çalışanlar (%22) takip etmiştir. Balıkçıların ortalama yıllık gelirleri 35885 ± 19623 TL olarak tespit edilmiştir.

Balıkçıların 2017 yılı için yıllık amatör balıkçılık kaynaklı masrafları ortalama 1470 ± 189 TL olarak tespit edilmiştir (av takımının maliyeti hariç). Masraf kalemleri içerisinde diğer harcamalar (kumanya ve sigara) ilk sırada bulunmakta olup (Şekil 3a), bu masraf kalemi 2017 yılı için kişi başı ortalama 764 ± 157 TL olarak tespit edilmiştir. Avcılık takımlarının (makine ve kamış ya da kaska ve misina) 2017 yılı için ortalama bedeli 493 ± 72 TL olup, aynı yıl içerisinde kişi başına ortalama 291 ± 34 TL avcılık malzemesi (ilave misina, iğne, kurşun vb.) için masraf yapıldığı tespit edilmiştir. Av takımları her sene yenilenmediği için yıllık masraf kalemleri arasında değerlendirilmemiş olup, Şekil 3a'da sadece avcılık

malzemeleri (ilave misina, kurşun vb.) sunulmuştur. Yemli olta kullanan balıkçıların yıllık ortalama yem masrafı 209±25 TL'dir. Araç ile av alanına gidenler için kişi başı yıllık ortalama ulaşım masrafı 661±92 TL olup, balıkçıların çoğunluğu av bölgesine yürüyerek geldiğini belirtmiştir (Şekil 3b). Balıkçılıkların av ekipmanı için yaptıkları masraf ile yıllık gelirleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir ($r = 0,04$, $P > 0,05$).

Tablo 1. Balıkçıların sosyo-demografik özellikleri.

Değişkenler	Özellikler	Oran (%)
Bay	Cinsiyet	95,8
Bayan		4,2
16-25	Yaş (yıl)	8,3
26-35		10,8
36-45		35,0
46-55		21,7
56-65		14,2
66-75		5,8
76-85		4,2
Bekâr	Medeni durumu	24,2
Evli		75,8
İlkokul	Eğitim durumu (yıl)	16,7
Ortaokul		13,3
Lise		39,2
Üniversite (Lisans)		27,5
Üniversite (Lisansüstü)		3,3
0-1000	Gelir düzeyi (TL/ay)	5,8
1001-2000		21,7
2001-3000		38,3
3001-4000		20,8
4001-5000		5,9
>5000		7,5
İşsiz (öğrenci)	Asıl mesleği	4,2
İşsiz (öğrenci olmayan)		1,7
Emekli		35,8
Devlet memuru		21,6
Serbest meslek		10,9
Özel sektör		11,6
Diğer		14,2

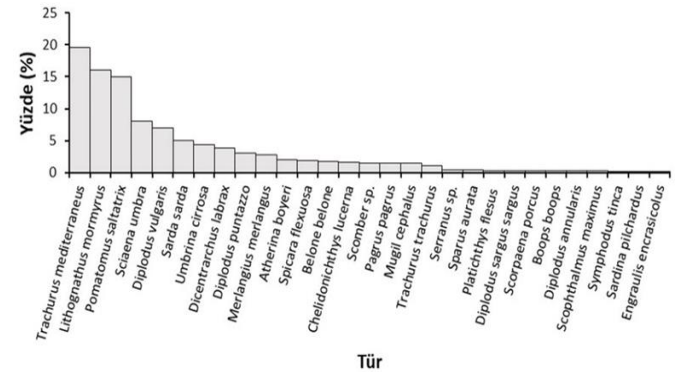


Şekil 3. a) masrafların yüzdesel dağılımları, b) balıkçıların av sahalarına gelmek için tercih ettikleri ulaşım çeşitlerinin yüzdesel dağılımı.

Bir günde yakaladığınız ortalama balık miktarı (kg) ne kadar ve bir günde ortalama kaç saat avlanırsınız sorularına bağlı olarak hesaplanan günlük birim çabaya düşen av miktarı ortalaması 0,46 kg/saat olarak tespit edilmiştir. Öte yandan 2017 senesinde balıkçının bir günde yakaladığı maksimum balık miktarını (kg) tespit etmeyi amaçlayan soruya verilen yanıtlara göre, bu parametrenin 1 kg ile 12 kg arasında değiştiği saptanmıştır. Ankete katılan balıkçıların yılda ortalama 102 gün bu alanda amatör olarak avlandıklarını rapor etmişlerdir. Çalışmada en çok avlanan

tür %19 ile istavrit (*Trachurus mediterraneus*) olup, bu türü %16 ile mırmır (*Lithognathus mormyrus*) ve %15 ile lüfer/çinekop (*Pomatomus saltatrix*) takip etmiştir. Nadiren sardalye *Sardina pilchardus* ve hamsi *Engraulis encrasicolus*'nin de yakalandığı tespit edilmiştir (Şekil 4).

Tablo 2, amatör balıkçıların tebliğdeki başlıca kısıtlamalar hakkındaki bilgi seviyelerini, avcılık esnasındaki tutumlarını ve olası potansiyel kısıtlamalara bakış açılarını göstermektedir. Ankete katılanların çoğu (%95), minimum avlanma boy limiti uygulanan türlerdeki değerler hakkında bilgi sahibi değilken, tüm balıkçılar küçük boydaki bireyleri göz kararı ile belirleyip, denize geri bıraktığını belirtmiştir. Öte yandan balıkçıların %96'sı hedeflemedikleri (tüketilmeyen) türleri denize geri bırakırken, %4'ü yem yapmak amaçlı kullandığını ifade etmişlerdir. Yakaladığı balıkların bir kısmını sattığını beyan eden balıkçı ise yoktur.



Şekil 4. Amatör balıkçıların av kompozisyonu (%)

Tablo 2. Balıkçıların amatör balıkçılık ile ilgili tebliğde geçen kısıtlamalar hakkındaki bilgi seviyeleri, avcılık esnasındaki tutumları ve yapılabilecek potansiyel kısıtlamalara bakış açıları.

Soru	Evet (%)	Hayır (%)
Türlerin minimum avlanma boylarını biliyor musunuz?	5	95
Günlük kota uygulamasından (5kg/kişi) haberiniz var mı?	27	73
Avlanması yasak türler hakkında bilginiz var mı?	8	92
Yakaladığınız balıkları tüketir misiniz?	100	0
Küçük boydaki bireyleri denize geri bırakır mısınız?	100	0
Hedeflemediğiniz türleri denize geri bırakır mısınız?	96	4
Amatör balıkçılıkta bölge kısıtlaması gerekli mi?	34	66
Amatör balıkçılıkta bütün balık türleri için zaman kısıtlaması gerekli mi?	32	68
Amatör balıkçılıkta kayıt defteri gerekli mi?	36	64

Amatör balıkçıların %55'i ticari balıkçılar ile sorun yaşadıklarını rapor etmiştir. Öte yandan kirlilik ve deniz trafiği gibi durumlar da diğer sorunlar olarak kaydedilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma ile Bandırma Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası'ndaki amatör balıkçıların sosyal ve demografik özellikleri, balıkçılık için yapmış oldukları masraflar ve bu bölgedeki amatör balıkçılıktaki av kompozisyonu ile birim çabaya düşen av miktarı özellikleri ilk kez

değerlendirilmiştir. Türkiye'deki amatör balıkçıların demografik yapısına bakıldığında; hem bu çalışmada hem de diğer çalışmalarda erkek ve evli balıkçıların, kadın ve bekâr balıkçılara nazaran belirgin fark gösterecek şekilde daha çok oldukları tespit edilmiştir (Ünal vd., 2010; Tunca vd., 2012; Aydın vd., 2013; Taylan vd., 2017; Tunca vd., 2018). Bazı diğer Akdeniz ülkelerinde de erkek amatör balıkçıların baskınlığı rapor edilmiştir (Moralis-Nin vd., 2005; Herfaut vd., 2013; Pita vd., 2018). Benzer şekilde, hem bu çalışmada hem de Türkiye'nin diğer bölgelerinde yapılmış pek çok çalışmada lise mezunu balıkçılar ağırlıktadır (Ünal vd., 2010; Tunca vd., 2012; Taylan vd., 2017; Tunca vd., 2018). Buna karşın, Balıkesir'de gerçekleştirilen bu çalışmada bulunan yaş ortalamasının (46 yıl), Türkiye'nin diğer illerinde gerçekleştirilen çalışmalardaki değerlerden yüksek olduğu tespit edilmiş olup (Ünal vd., 2010; Tunca vd., 2012; Alıçlı vd., 2018; Tunca vd., 2018), bu durumun sebebinin bu alandaki emekli balıkçıların oranının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Balıkçıların masraf kalemleri arasında diğer masraflar (kumanya ve sigara) ilk sırada gelmiş olup, av malzemeleri ile ilgili masraflar onu izlemiştir. Benzer şekilde, Tunca vd. (2012), İzmir Körfezi'ndeki amatör balıkçılıkta diğer masrafların ve av aracı ekipmanlarının sırasıyla en yüksek masraf kalemleri olduğunu bildirmiştir. Ünal vd. (2010), Çanakkale Boğazı'ndaki amatör balıkçılığın ekonomik durumunu değerlendirmiş ve av ekipmanlarının %46 oranında baskın masraf kalemi olduğunu rapor etmiştir.

Amatör balıkçılıkta av kompozisyonu, avcılık yapılan yer ve sezona göre değişiklik gösterebilmektedir (Aas, 2008; Tunca vd., 2018). Bu çalışmada, amatör balıkçılar tarafından 29 tür bildirilmiş olup bunlardan istavrit türünün *T. mediterraneus* en yoğun avı verdiği kaydedilmiştir ve onu mırmır *L. mormyrus* ve lüfer/çinekop *P. saltatrix* türleri izlemiştir. Yakalanan türlerden özellikle uskumru *S. scombrus*, palamut *S. sarda* ve lüferin *P. saltatrix* göç döneminde daha yoğun av verdiği görülmektedir. Bu çalışma alanında daha önceden amatör balıkçılık üzerine yapılmış çalışma olmadığı için tür kompozisyonu verilerindeki zamansal değişimler kıyaslanamamıştır. Iwano ve Öztürk, (2012), Marmara Bölgesi'nin diğer bir önemli amatör balıkçılık yeri olan Galata Köprüsü'nde en yoğun şekilde karagöz istavrit *T. trachurus*, izmarit *S. smarıs*, kefal *M. cephalus* ve lüfer *P. saltatrix* türlerinin avlandığını bildirmişlerdir. Alıçlı vd., (2018) aynı alanda (Galata Köprüsü) sık kullanılan olta çeşitleri olarak sırasıyla istavrit, kefal, izmarit, mezgıt, palamut ve sardalyeyi rapor etmiştir. Çanakkale Boğazı'nda yapılan çalışmada ise izmarit *Spicara smarıs* ve lüfer *Pomatomus saltatrix* en yoğun avlanan türler olarak rapor edilmiştir (Ünal vd., 2010). Doğu ve Orta Karadeniz Bölgelerini içeren çalışmada ise istavrit *T. trachurus*, palamut *S.sarda*, zargana *B. belone*, lüfer *P. saltatrix* ve kefal *M. cephalus* yoğun olarak yakalanan türlerdir (Tunca vd., 2018). Bu verilere kıyasen, Ege

Bölgesi'nde kıydan olta ile avlanan amatör balıkçıların yoğun olarak yakaladıkları balık türleri; isparoz *D. annularıs*, çipura *S. aurata*, karagöz *D. vulgarıs*, sargoz *D. sargus* gibi Sparidae familyası türleri ile levrek *D. labrax* ve kefal *M. cephalus*'dir (Dırmıkcı, 2009; Kuru, 2013; Tunca vd., 2016).

Bir bölgede yapılan amatör balıkçılıktaki zamansal değişimleri etkileyebilecek başlıca faktörleri balıkçıların demografik yapıları, iklimsel değişimler, türlerin biyolojileri ve av alanının ekolojik özellikleri oluşturmaktadır (Pitcher ve Hollingworth, 2002; Aas, 2008). Örneğin bu çalışmada balıkçı yoğunluğunun mevsimsel olarak değiştiği; kış aylarında en düşük, yaz aylarında ise en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Ege Denizi'nde ve Çanakkale Boğazı'nda yaz ve sonbahar mevsimlerinde (Dırmıkcı, 2009; Ünal vd., 2010; Kuru, 2013; Tunca vd., 2013), Karadeniz'de ise Mayıs-Kasım ayları arasında (Aydın vd., 2018) yoğun balıkçılık aktivitesi kaydedilmiştir.

Bu çalışmada, balıkçıların büyük bir kısmının hem hafta içi hem de hafta sonu avlandıkları tespit edilmiş olup, bu durumun oluşmasında balıkçıların önemli bir kısmının emekli ve serbest meslek sahibi olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Emekli oranının bu çalışma ile benzer bulunduğu diğer bir çalışmada, İzmir Körfezi'nde amatör balıkçıların %70'nin hem hafta içi hem de hafta sonu avlandıkları ve %18'nin ise sadece hafta sonu avlandıkları rapor edilmiştir (Tunca vd., 2012).

Öte yandan, amatör balıkçılığın yoğun olarak yapıldığı saat dilimleri coğrafik bölgelere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Dırmıkcı, 2009; Tunca vd., 2018). Örneğin bu çalışmada, amatör balıkçıların büyük çoğunluğu sabah erken vakitleri ardından da akşam saatlerini avcılık için tercih ederken, öğle ve gece vakitlerini tercih edenlerin oranının az olduğu rapor tespit edilmiştir. Tunca vd., (2016) Ege Denizi'ndeki iki deniz ve kıyı koruma alanındaki (Foça ve Gökova) amatör balıkçıların çoğunun gündeğümü vaktini ideal av zamanı olarak belirlediklerini rapor etmiştir. Buna karşın, Tunca vd., (2018) Orta ve Doğu Karadeniz Bölgelerindeki amatör balıkçıların daha çok öğle ve gün batımı saatlerinde avlandıklarını bildirmiştir.

Bu çalışmada, amatör balıkçıların yarısına yakın bir kısmı (%40) amatör balıkçı belgesine sahipken, Türkiye'nin diğer coğrafik bölgelerinde yapılan çalışmalarda daha düşük oranlar bulunmuştur; İzmir Körfezi (%23) (Taylan vd., 2017), Ordu (%22) (Aydın vd., 2013). Bulguları destekler şekilde, belgeli en fazla amatör balıkçı Marmara Bölgesi'nde mevcut olup, bunu sırasıyla Ege, Akdeniz, Karadeniz, İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri izlemektedir (BGSM, 2014; Aydın vd., 2018). Ancak deniz ve kıyı koruma alanlarında (DKKA) amatör balıkçı belgesine sahip olan balıkçı oranının daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tunca vd., 2016). Zorunlu amatör balıkçılık lisansının olmaması Türkiye'de bu aktiviteyi gerçekleştiren kişi sayısının tespitinin yapılamamasına dolayısıyla denizlerdeki ve içsularındaki stokların amatör balıkçılıktan ne düzeyde

etkilendiğinin saptanamamasına sebep olmaktadır. Önemli olan nokta, amatör balıkçı belgesinin balıkçılara eğitim (kurs) karşılığında verilmesini sağlamaktır. Bu eğitimlerde 4/2 numaralı amatör amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğ hakkında bilgi verilmeli ve ‘sorumlu amatör balıkçılık’ (Ünal ve Kırac, 2013) bilinci kazandırılmalıdır. Zira bu çalışma ayrıca balıkçıların büyük kısmının yapılan düzenlemeler ve tebliğ hakkında yeterli düzeyde bilgilerinin olmadığını göstermektedir.

Diğer bir önemli konu da, amatör balıkçılık yapanların yeterince denetlenmemesidir. Örneğin, İzmir Körfezi’nin tebliğinde belirtilen kısmında amatör balıkçılık 1982 yılından beri yasak olmasına karşın, 2011 yılında 7 669 adet amatör balıkçı olduğu tahmin edilmiş olup, aynı alandaki balıkçıların %80’den fazlası yeterli denetimin olmadığını beyan etmiştir (Dirmikçi, 2009; Tunca vd., 2012; Taylan vd., 2017). Benzer şekilde Doğu Karadeniz Bölgesinde anket uygulanan amatör balıkçıların %93’ü hiç denetime tabii tutulmadıklarını bildirmişlerdir (Aydın vd., 2018). Bazı çalışmalarda, tutulan balık ve omurgasız türlerinin amatör balıkçılar tarafından satıldığı rapor edilmiş olsa da (Ünal vd., 2010; Doğan ve Çağiltay, 2012; Aydın vd., 2013; Alıçlı vd., 2018; Aydın vd., 2018; Taylan vd., 2018), bu çalışmada ise balıkçıların tamamı tuttıkları balıkları satmadıklarını beyan etmiştir.

Türkiye’de amatör balıkçılığı düzenleyen tebliğ (4/2 numaralı) göre, bir balıkçı günde en fazla 5 kg su ürünleri avlama hakkına sahip olup, tek bir balığın 5kg’ı geçmesi halinde, bu av yasal limitler dâhilinde kabul edilmektedir (Anonim, 2016). Bu çalışmada, birim çabaya düşen av miktarı ortalaması 0,46 kg/saat olarak tespit edilmiş iken, İzmir Körfezi’nde yapılan çalışmada 0,42 kg/saat (Tunca vd., 2012), Çanakkale’de ise 0,81 kg/saat (Ünal vd., 2010) olarak rapor edilmiştir. Çanakkale’de tespit edilen birim çabaya düşen av miktarı ortalamasının diğer çalışma alanlarından yüksek olmasının sebebinin, bu alanda göç eden türlerin belli aylarda yoğun avlanması ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Amatör amaçlı su ürünleri avcılığının düzenlenmesi ile ilgili olan 4/2 numaralı tebliğ göre denizlerde 24 türde boy limiti ve 1 türde ise minimum avlanma ağırlığı getirilmiştir (Anonim, 2016). Bu çalışmada tebliğde belirtilen türlerden 8’ine rastlanmıştır. Bunlardan özellikle, karagöz istavrit *Trachurus trachurus* ve lüfer *Pomatomus saltatrix* aynı zamanda IUCN kırmızı listesinde ‘duyarlı (VU)’ kategorisinde sınıflandırılmıştır (IUCN, 2018). Benzer şekilde, Ünal vd. (2010) Çanakkale Boğazı’nda amatör balıkçılarca hedeflenen ve aynı zamanda IUCN kırmızı listesinde yer alan 4 türü (fangri *Pagrus pagrus*, yılan balığı *Anguilla anguilla*, orfoz *Epinephelus marginatus*, ve keler *Squatina aculeata*) rapor etmiştir. O sebeple, gerek ticari gerekse de amatör balıkçılık kaynaklı avlanan bu türlerin popülasyonlarının takibi büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, Bandırma Körfezi ve Kapıdağ Yarımadası’ndaki amatör balıkçılığın sosyo-ekonomik durumu, av kompozisyonu ve balıkçılık aktivitesinin genel özellikleri, ilk kez bu çalışma ile ortaya koyulmuştur. Toplam 29 türün rapor edildiği çalışmada birim çabaya düşen av miktarı ortalaması 0,46 kg/saat olarak tespit edilmiştir. Çalışmada, ayrıca amatör balıkçılık aktivitesinin yaz aylarında artış gösterdiği, benzer şekilde yaz aylarında avcılıkta geçirilen sürenin daha uzun olduğu saptanmıştır. Balıkçıların en fazla harcamayı diğer masraflar (kumanya vb.) ve avcılık ekipmanları için yaptıkları anlaşılmıştır. Av ekipmanları için yapılan masrafın balıkçıların maaşına göre anlamlı bir şekilde değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. Sürdürülebilir amatör balıkçılık ve kapsamlı bir balıkçılık yönetimi açısından değerlendirme yapılacak olursa, amatör balıkçılık faaliyetinde bulunan kişilerin lisanslandırılması, bu lisans verilirken sorumlu amatör balıkçı ve balıkçılık konusunda eğitimden geçirilmeleri faydalı olacaktır. Zira amatör balıkçılığın ekosistem etkisi göz ardı edilemez. Bu nedenle, amatör balıkçıların düzenli olarak denetlenip, av verilerinin takip edilmesi mevcut stokların ve bu aktivitenin etkin bir şekilde yönetimi açısından önem teşkil etmektedir. Mevcut çalışma, gerçekleştirildiği alan itibarıyla bir ilk olsa da bundan sonraki çalışmaların daha büyük ölçekte (bölgesel veya ulusal) planlanması ve amatör balıkçılığın farklı disiplinler açısından izlenip değerlendirilerek, karar alıcılara öneriler sunulması balıkçılık yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma herhangi bir fon tarafından desteklenmemiş olup, saha çalışmaları esnasında yapılan tüm masraflar yazarın kendi bütçesinden karşılanmıştır. Katkısı için Arş. Gör. Hakan Öndes’e (Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi) teşekkürlerimi sunarım. Anket çalışmaları esnasında karşılaştığım pozitif tutum için ankete katılan balıkçılara teşekkür ederim. Ayrıca, makaleyi değerlendiren hakemlere katkı ve önerileri için teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Aas, Ø. (2008).** *Global challenges in recreational fisheries.* Blackwell Publishing, Oxford, 364 p.
- Alıçlı, T.Z., Göktürk, D. & Deniz, T. (2018).** Galata Köprüsü Olta Balıkçılığının Av Araçları, Birim Çabadaki Av Miktarları ve Sosyolojik Özellikleri Bakımından Yapısal Analizi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, **21**, 339-352.
- Anonim. (2016).** Resmi Gazete, 4/2 Numaralı Amatör Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ (No: 2016/36).

- Aydın, M., Tunca, S., Karadurmuş, U. & Durgun, D. (2013).** Valuation of Recreational Fishing Benefits: A Snapshot from Ordu, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **30**, 147-154. Doi: 10.12714/egejfas.2013.30.4.01.
- Aydın, M., Karapıçak, M. & Balık, İ. (2018).** Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki amatör balıkçılığın sosyo ekonomik analizi. *Ecological Life Sciences*, **13**, 1-14.
- BSGM. (2014).** Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri Bilgi Sistemi-(Erişim tarihi: 5 Aralık 2018).
- Cooke, S.J. & Cowx, I.G. (2006).** Contrasting recreational and commercial fishing: searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biological Conservation*, **128**, 93-108.
- Daniel, W.W. (1999).** *Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences*. 7th edition. New York, 755p.
- Dırmıççı, L. (2009).** *İzmir Körfezi'nde Kıyıda Yapılan Amatör Balıkçılık Üzerine Araştırma*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir, Türkiye. 39s.
- Doğan, K. & Çağıltay, F. (2012).** İstanbul İlinde (Atatürk ve Galata Köprüsü) Sportif Olta Balıkçılığı Yapanların Sosyo-Ekonomik Yapısına Yönelik Bir Araştırma. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IX. Ulusal Kongresi*, 14-17 Kasım 2012, Hatay, 545-552.
- FAO. (2012).** *Technical Guidelines for Responsible Fisheries*. No. 13. Rome, FAO. 176 p.
- Field, A. 2005.** *Discovering statistics using SPSS*. (2 nd ed.). London.
- Herfaut, J., Levrel, H., The'baud, O. & Veron, G. (2013).** The nationwide assessment of marine recreational fishing: A French example. *Ocean Coastal Management*, **78**, 121-131.
- Hilborn, R. & Hilborn, U. (2012).** *Overfishing: What Everyone Needs to Know*. Oxford University Press. 150p.
- Hyder, K., Weltersbach, M.S., Armstrong, M., Ferter, K., Townhill, B., Ahvonen, A., Arlinghaus, R., Baikov, A., Bellanger, M., Birzaks, J., Borch, T., Cambie, G., de Graaf, M., Diogo, H.M.C., Dziemian, Gordo, A., Grzebielec, R., Hartill, B., Kagervall, A., Kaporis, K., Karlsson, M., Kleiven, A. R., Lejk, A.M., Levrel, H., Lovell, S., Lyle, J., Moilanen, P., Monkman, G. G., Morales-Nin, B., Mugerza, E., Martinez, R., O'Reilly, P., Olesen, H. J., Papadopoulos, A., Pita, P., Radford, Z., Radtke, K., Roche, W., Rocklin, D., Ruiz, J., Scougal, C., Silvestri, R., Skov, C., Steinback, S., Sundelof, A., Svagzdys, A., Turnbull, D., van der Hammen, T., van Voorhees, D., van Winsen, F., Verleye, T., Veiga, P., Vølstad, J.-H., Zarauz, L., Zolubas, T. & Strehlow, H.V. (2018).** Recreational sea fishing in Europe in a global context—participation rates, fishing effort, expenditure, and implications for monitoring and assessment. *Fish and Fisheries*, **19**, 225-243.
- Göncüoğlu Bodur, H., Kaykaç, H. & Ünal, V. (2017).** İzmir Körfezi'nde olta ile kalamar (*Loligo vulgaris*) avcılığı yapan balıkçıların sosyo-ekonomik analizi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **34**, 249-254.
- IUCN. (2018).** International Union for Conservation of Nature < <http://www.iucnredlist.org>. [Erişim tarihi: 20 Aralık 2018].
- Iwano, N. & Öztürk, A. (2012).** Fishing at the Galata Bridge. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **18**, 223-237.
- Kearney, R.E. (2001).** Fisheries property rights and recreational/commercial conflict: implications of policy developments in Australia and New Zealand. *Marine Policy*, **25**, 49-59.
- Kılınç, S. (2005).** *Narlı (Erdek/Balükesir) Köyü'nde balıkçılar-kültür ve çevre ilişkisi açısından etnografik bir analiz*. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü. Ankara, Türkiye. 173s.
- Kuru, H. (2013).** *İzmir Körfezi Kıyı Şeridinde Yapılan Amatör Balıkçılığın Sosyo-Ekonomik Değerlendirilmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir, Türkiye. 45s.
- Morales-Nin, B., Moranta, J., Garcia, C., Tugores, M.P., Grau, A.M., Riera, F. & Cerd'a, M. (2005).** The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management. *ICES Journal of Marine Sciences*, **62**, 727-739.
- NOAA. (2018).** <https://www.fisheries.noaa.gov/insight/recreational-fishing>. [Erişim tarihi: 22 Aralık 2018].
- Öndes, F., Ünal, V., Özbilgin, Y., Deval, C. & Turan, C. (2018).** By-catch and monetary loss of pufferfish in Turkey, the Eastern Mediterranean. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **35**, 361-372. Doi: 10.12714/egejfas.2018.35.4.01.
- Öner, H.H. (2009).** *Kapıdağ Yarımadası vejetasyonunun araştırılması*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir, Türkiye. 257s.
- Pita, P., Hyder, K., Gomes, P., Pita, C., Rangel, M., Veiga, P., Vingada, J. & Villasante, S. (2018).** Economic, social and ecological attributes of marine recreational fisheries in Galicia. Spain. *Fisheries Research*, **208**, 58-69.
- Pitcher, T.J. & Hollingworth, C.E. (2002).** *Recreational Fisheries: Ecological, Economic and Social Evaluation*. Oxford: Blackwell Science, 271 p.

- Soykan, A. & Fıçıcı, M. (2016).** Kapıdağ yarımadası 1978-2015 yılları arasında arazi örtüsü değişimi ve sonuçları. *International Geography Symposium*, 13-14 Ekim, Ankara, 12s.
- Taylan, B., Saygı H., Bayhan, B. & Kaya, M. (2017).** İzmir ili kıyı şeridinde amatör balıkçılık. *Yunus Araştırma Bülteni*, 4, 335-348.
- Taylan, B., Saygı, H. & Kutlu, B. (2018).** Tunceli il'indeki amatör olta balıkçılığının genel durumu. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 1479-1484.
- Tunca, S., Ünal, V. & Miran, B. (2012).** A preliminary study on economic value of recreational fishing in Izmir Inner Bay, Aegean Sea (Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 29, 55-62.
- Tunca, S., Ünal, V. & Miran, B. (2013).** Foça ve Gökova özel çevre koruma bölgelerinde amatör balıkçılığın sosyal ve ekonomik yönü final raporu. Akdeniz Koruma Derneği, Ankara, Türkiye, 44 s.
- Tunca, S., Ünal V., Miran, B., Güçlüsoy, H. & Gordo, A. (2016).** Biosocioeconomic analysis of marine recreational fisheries: A comparative case study from the Eastern Mediterranean, Turkey. *Fisheries Research*, 174, 270-279.

- Tunca, S., Aydın, M., Karapıçak, M. & Lindroos, M. (2018).** Recreational fishing along the Middle and Eastern Black Sea Turkish coasts: Biological, Social and Economic Aspects. *Acta Adriatica*, 59, 191-206.
- Ünal, V., Acarlı, D. & Gordo, A. (2010).** Characteristics of marine recreational fishing in the Canakkale Strait (Turkey). *Mediterranean Marine Science*, 11, 315-330.
- Ünal, V. & Kırac, C.O. (2013).** Sorumlu Amatör balıkçılığa geçiş. Su Altı Araştırmaları Derneği, Ankara, Türkiye, 80s.

***Corresponding author's:**

Fikret ÖNDES

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İzmir, 35620, Türkiye.

✉E-mail: fikret.ondes@ikc.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-9522-7050>

Telefon : +90 (232) 329 35 35/4255

Farklı Metotlar Kullanılarak Elde Edilen Aynı Miktar Bakteriye DNA'lar Arasındaki Konsantrasyon Farklılıklarının Belirlenmesi

Şükrü ÖNALAN^{1*} Sümeyye ADALI² Abuzer TAŞ^{3*}

¹ Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Van, Türkiye

² Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

³ Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi/Kırgızistan

 <https://orcid.org/0000-0003-0058-5232>,  <https://orcid.org/0000-0003-0452-4533>,  <https://orcid.org/0000-0002-7326-1768>

Received date: 30.09.2019

Accepted date: 04.11.2019

Atf yapmak için: Önalın, Ş., Adalı, S. & Taş, A. (2019). Farklı Metotlar Kullanılarak Elde Edilen Aynı Miktar Bakteriye DNA'lar Arasındaki Konsantrasyon Farklılıklarının Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 422-427.

How to cite: Önalın, Ş., Adalı, S. & Taş, A. (2019). Determination of Concentration Differences Between Bacterial DNAs Obtained by Using Different Methods. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 422-427.

Öz: Bu çalışmada kültüre alınmış olan *L. garvieae* izolatları Tryptic Soy Agar (TSA) ve miktarı (20ml) ile aynı çevresel şartlarda (7,4 pH, 21°C, 24 saat) inkübe edilmiştir. İzolatların identifikasyonları Real-Time PCR ile 16S rRNA gen bölgesine spesifik primer assay ile teyit edilmiştir. 24 saatlik inkübasyon periyodunun ardından 10ml'lik Tryptic Soy Broth (TSB) besiyerinde gelişen izolatlar 600 nm dalga boyunda 1.0 Optik Dansite (OD)'ye eşitlenmiştir. Farklı gruplardan DNA izolasyonları; sıvı besiyerinde kaynatma, katı besiyerinde (Eşit OD) kaynatma, 2 farklı ticari kit kullanılarak manuel izolasyon ve otomatik izolasyon robotu olmak üzere toplam 5 farklı metotla gerçekleştirilmiştir. İzole edilen DNA'ların ve gerçekleştirilen Real-Time PZR işleminin ardından izolasyon robotu ile elde edilen sonuçlarda DNA kalitesinin en iyi olduğu, bunu takiben ticari kitler, sıvı besiyeri izolasyonu ve katı besiyeri izolasyonları olduğu görülmüştür. Real-Time PZR grafiğinde, çalışma grupları arasındaki tekerrürler içerisinde en büyük sapma sıvı besiyeri izolasyonu ve ticari kit izolasyonunda gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: DNA izolasyonu, spektrofotometrik ölçüm, Real-Time PZR, balık hastalıkları, *L. garvieae*.

Determination of Concentration Differences Between Bacterial DNAs Obtained by Using Different Methods

Abstract: In this study, cultured *L. garvieae* isolates were incubated with Tryptic soy agar (TSA) and amount (20ml) under the same environmental conditions (7.4 pH, 21°C, 24 hours). Identifications of the isolates were confirmed by Real-Time PCR and 16S rRNA gene region specific primer assay. After a 24 hour incubation period, the isolates produced in 10 ml Tryptic soy broth (TSB) were adjusted to 1.0 optical density (OD) density at 600 nm wavelength. Total DNAs were made by boiling in liquid media, boiling in solid medium (equal OD), manual isolation using 2 different commercial kits and automatic isolation robot. Following the Real-Time PCR with the DNAs obtained, the results obtained with the isolation robot were the best in DNA quality, followed by commercial kits, liquid medium isolation and solid medium isolation. In the Real-Time PCR graph, the largest deviation between the working groups was seen in the isolation of the liquid medium and the isolation of the commercial kit.

Keywords: DNA isolation, spectrophotometric measurement, Real-Time PCR, fish diseases, *L. garvieae*.

GİRİŞ

Su ürünleri ve diğer bakteriyel çalışmaların yürütüldüğü alanlarda DNA temelli moleküler düzeyde mikrobiyolojik çalışmalar sıklıkla gerçekleştirilmektedir (Balta & Dengiz Balta, 2017). Su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli kayıplar patojen ve non-patojen kaynaklı hastalıklardan kaynaklanmaktadır. Bakteriyel hastalıklar içerisinde ise Türkiye’de en sık karşılaşılan hastalık etkenlerinin başında *Lactococcus garvieae* (Balta & Dengiz Balta, 2019) ve *Yersinia ruckeri* (Balta vd., 2016) gelmektedir. Bu çalışmaların temel basamağını, DNA izolasyonu oluşturmakta ve qPCR çalışmalarında DNA miktarları da önem arz etmektedir (Turner vd., 2004). Moleküler genetik araştırmaların ilk adımı DNA’nın saf olarak elde edilmesidir. DNA’nın elde edilmesi hücre zarının eritilmesi, proteinlerin parçalanarak ortamdan uzaklaştırılması ve DNA’nın çöktürülerek saflaştırılması gibi başlıca adımları içermektedir. Hücre zarı, lipid yapısında olduğundan hücre zarını eritmek için çeşitli anyonik deterjanlar kullanılmaktadır (Bozkaya, 2012). Nükleik asit dizi analizi teknolojilerinin de gelişmesi ile mikroorganizma çeşitliliği ve miktar ölçümleri başlanmıştır. Bu çalışmalarda en önemli basamaklar arasında numunenin uygun şartlarda toplanması, transferi, saklanması ve yine uygun koşullarda dizileme işlemlerine hazır hale getirilmesi gelmektedir (Koroğlu, 2017). DNA, hücrenin yönetici molekülüdür ve beslenme, solunum, üreme gibi canlılık faaliyetlerini yönetmektedir. DNA’nın yapısında bulunan genler ile kalıtsal bilgiler taşınmaktadır. DNA’nın izolasyonunda farklı metotların kullanılması izole edilen DNA’nın konsantrasyon, miktar ve kalitesinde de farklılıklar meydana getirmektedir. Öyle ki; Tüm fiksatifler DNA’ya bir miktar zarar vermektedir. Özellikle pikrik asit içeren fiksatifler ve yüksek konsantrasyonlu asitler DNA’yı parçalamaktadırlar. Formalinle ideal fiksasyon süresi 12-36 saattir (Ün vd., 2000). DNA izolasyonunda temel basamaklar; hücre parçalaması, proteinlerin uzaklaştırılması ve DNA’nın presipite edilmesidir (Güler, 2018). Bu çalışmada günümüzde su ürünleri alanındaki bakteriyel DNA izolasyonu amacıyla kullanılan metotlardan bazılarının aynı bakteri türü, miktarı ve yoğunluğunda hazırlanan süspansiyonlar ile aynı miktar ve ortam özelliklerindeki besiyerlerinde gelişimleri tamamlandıktan sonra farklı yöntemlerin kıyaslanması amaçlanmıştır. Çalışma sonuçları kalite, konsantrasyon, zaman ve ekonomiklik dereceleri açısından değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu’nun 06.03.2018 tarih ve 27552122-604.01.02-E.17309 sayılı kararıyla alınan çalışma izni ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın laboratuvar

basamakları Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Hastalık Laboratuvarı ile Biyoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkez Laboratuvarı’nda yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan bakteriler kültüre alınmış *L. garvieae* izolatlarından temin edilmiştir. İzolatlar, TSA besiyerinde 21 °C’de 24 saat inkübasyon periyodu sonrası koloni morfolojisi yönünden incelenmişlerdir (Austin & Austin, 1999). İnkübasyon periyodu sonrasında gelişen bakterilerin moleküler identifikasyonları SyberGreen tabanlı Real-Time PCR ile gerçekleştirilmiştir. *L. garvieae* spesifik primer assay ile gerçekleştirilen PCR protokolünde 95°C de 10 dk ön denatürasyonu takiben ve 94 °C 30 sn 60°C’de 20 sn ve 72°C’de 30 sn uzama işlemi 45 kez tekrarlanmıştır. PCR işlemi 72°C’de 7dk son uzama işlemi ile sonlandırılmıştır (Hoseinifar vd., 2017).

Bakterilerin Fenotipik Özelliklerinin Belirlenmesi:

Çalışmada kullanılan izolatların fenotipik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla API Rapid ID 32 Strep (Biomerieux) kiti kullanılmıştır. McFarland 4 yoğunluğunda (Balta vd., 2010) süspansiyon medium içerisinde bakteri konsantrasyonu hazırlanmasının ardından kit içerisinde yer alan her bir reaktife ait kuyulara 55 ul olarak dağıtılmıştır. 37 °C’de 18 saat inkübasyon periyodunun ardından API okuma tablosuna (Biomerieux) göre sonuçlar üretici firmanın talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir (Balta, 2016).

Farklı yöntemler ile DNA izolasyonlarının gerçekleştirilmesi: Kaynatma yöntemi (sıvı besiyeri); Sıvı besiyerinde ön-zenginleştirme örneğinden 1 ml alınarak mikrosantrifüj tüpünde 10 dk süreyle 14.000 rpm de santrifüj yapılmıştır. Hücrelerin çökmesiyle üstte kalan sıvı atılmıştır. Pelet üzerine 200 µl steril saf su eklenip karıştırılmıştır. Tüp 5 dakika 14.000 rpm de santrifüj edilerek üstteki sıvı dikkatlice atılmıştır. Pelet’in üzerine 100 µl steril saf su eklenip karıştırılmıştır. Süspansiyon -20°C’de 10 dk dondurulup çözdürüldükten sonra 10 dk 100°C sıcaklıkta inkübe edildikten sonra hızlıca buz üzerine bekletilmiştir. 5 dk 14.000 rpm de santrifüj edilerek üstteki sıvı dikkatlice alınıp yeni bir tüpe aktarılmıştır (Ewers vd., 2004).

Kaynatma yöntemi (katı besiyeri); TSA besiyerinde gelişen taze kültür kolonilerden 1 öze dolusu alınıp 100 µl steril suda süspansiyon edilmiştir. Süspansiyon -20°C’de 10 dk dondurulup çözdürüldükten sonra 100°C de 10 dk kaynatılıp 14000 rpm’de 1 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatant kalıp DNA olarak kullanılmıştır (Wang vd., 2009).

Ticari kitler kullanılarak manuel DNA izolasyonu; Çalışmada iki farklı kit kullanılarak aynı bakteri kolonisinden aynı yoğunluk miktarı ile genomik DNA izolasyonları gerçekleştirilmiştir. Optimize edilen metot kısaca; 600nm’de 1.0 OD bakteri süspansiyonu ayarlanmıştır. 6500 rpm’de 10 dk santrifüj edilip süpernatant atılmıştır. Dipte kalan pelete 180 µl lysis buffer eklenip, süspansiyon edilmiş ve 37°C’de 30 dk inkübe edilmiştir. 200 µl lysis solüsyonu ve 20 µl

Proteinaz K eklenip karıştırılmıştır. Ardından, 56 °C'de termomixer ile belirli aralıklarla karıştırılarak inkübe edilmiştir. 20 µl RNase A sülüsyonu eklenip oda sıcaklığında 10 dk inkübe edilmiştir. 400 µl %50'lik etanol eklenmiş ve vortexlenmiştir. DNA saflaştırma kolonu yerleştirilmiş olan toplama tüpünün içerisine lizat transfer edilmiştir. Spin kolon 7800 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir. 500 µl yıkama tamponu I eklenip, 1 dk 10400 rpm'de santrifüj edilmiştir. 500 µl yıkama tamponu II eklenip 3 dk maksimum hızda (>15000 rpm) santrifüj edilmiştir. 100 µl elüsyon tamponu eklenip oda sıcaklığında 2 dk bekletildikten sonra 10400 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir (Önalın & Arabacı, 2016).

Otomatik izolasyon robotu ile DNA izolasyonu; Farklı iki ticari kit kullanılarak otomatize DNA-RNA-Protein izolasyon robotu ile aynı miktar bakterilere ait DNA izolasyonları gerçekleştirilmiştir. Cihaz tam otomatik olarak bakteri pelletinden Elüsyon miktarları 100 µl olacak şekilde izolasyon gerçekleştirilmiştir (Önalın, 2019).

Yöntemler arası farklılıkların belirlenmesi: 5 farklı metot ile aynı miktar ve aynı şartlarda elde edilen, aynı elüsyon oranındaki DNA'ların konsantrasyon ve saflık oranları değerlendirilmiştir. Elde edilen sayısal veriler Graphpad yazılımında grafiksel olarak yorumlanmıştır. Sonuçlar ekonomiklik, zaman ve konsantrasyon açısından değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mikrobiyolojik sonuçlar: Çalışmada kullanılan *L. garvieae* izolatları TSA besiyerinde 21 °C'de 24 saat inkübasyon süresinin ardından 0.1 mm çapında krem renkli düzgün kenarlı koloniler gözlenmiştir. İzolatların Gram pozitif, katalaz-oksidad negatif ve hareketsiz oldukları görülmüştür.

Biyokimyasal test sonuçları: API Rapid ID 32 Strep test sonuçlarında göre çalışmada kullanılan bakteri izolatlarının %91 oranında *L. garvieae* benzerliği gözlenmiştir. API görüntüsü (Şekil 1) ve test sonuçları (Tablo 1) aşağıda verilmiştir.

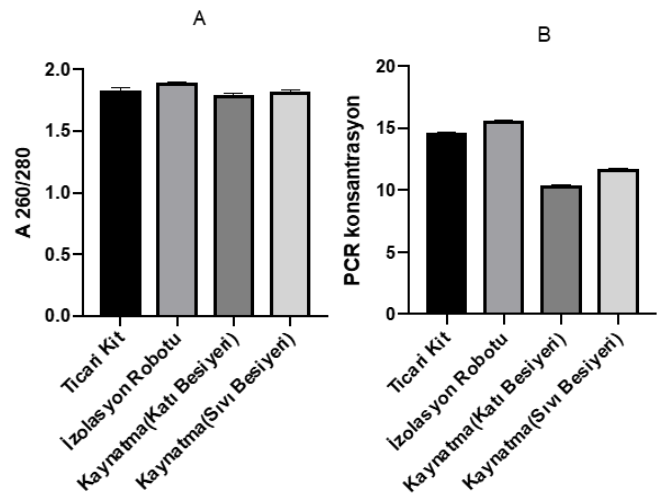


Şekil 1. *L. garvieae*'nin API Rapid 32 Strep inkübasyon sonrası görüntüsü.

Tablo 1. *L. garvieae* izolatlarının biyokimyasal test sonuçları

Test	Sonuç	Test	Sonuç	Test	Sonuç	Test	Sonuç
ADH	+	SOR	-	BNAG	-	SAC	+
BGLU	+	LAC	+	GTA	-	LARA	-
BGAR	-	TRE	+	HIP	-	DARL	-
BGUR	-	RAF	-	GLY	-	MBDG	+
AGAL	-	VP	+	PUL	-	TAG	+
PAL	-	APPA	+	MAL	+	BMAN	-
RIB	-	BGAL	-	MEL	-	CDEX	+
MAN	+	PYRA	+	MLZ	-	URE	-

Spektrofotometrik ve qCT-PCR sonuçları: TSB besiyerinde gelişen izolatlar gruplandırılmak üzere 600nm'de 0.6 OD yoğunluğa eşitlenmiştir. Spektrofotometrede kör olarak TSB besiyeri kullanılmıştır. Çalışma grupları sırasıyla 1; Katı besiyerinde gelişen bakteri kolonilerinden (600nm'de OD:06) kaynatma yöntemi ile DNA izolasyonu, 2; Sıvı besiyerinde gelişen bakterilerin (600nm'de OD:06) kaynatma yöntemi ile DNA izolasyonu, 3- 4; iki farklı ticari kit ile manuel DNA izolasyonu, 5; Otomatik izolasyon robotu kullanılarak DNA izolasyonu şeklinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen DNA'ların nanospektrofotometrik (Thermo) olarak 260/280nm dalga boylarında ölçülen absorbans değerleri tüm örneklerde 1.8 ile 1.9 arasında olduğu görülmüştür. Real-Time PCR cihazı ile qctPCR değerleri kullanılarak elde edilen DNA yoğunlukları ise sırası ile izolasyon robotu, manuel kit, sıvı besiyeri ve katı besiyerinden izolasyon şeklinde gerçekleştirildiği gözlenmiştir (Şekil 2).



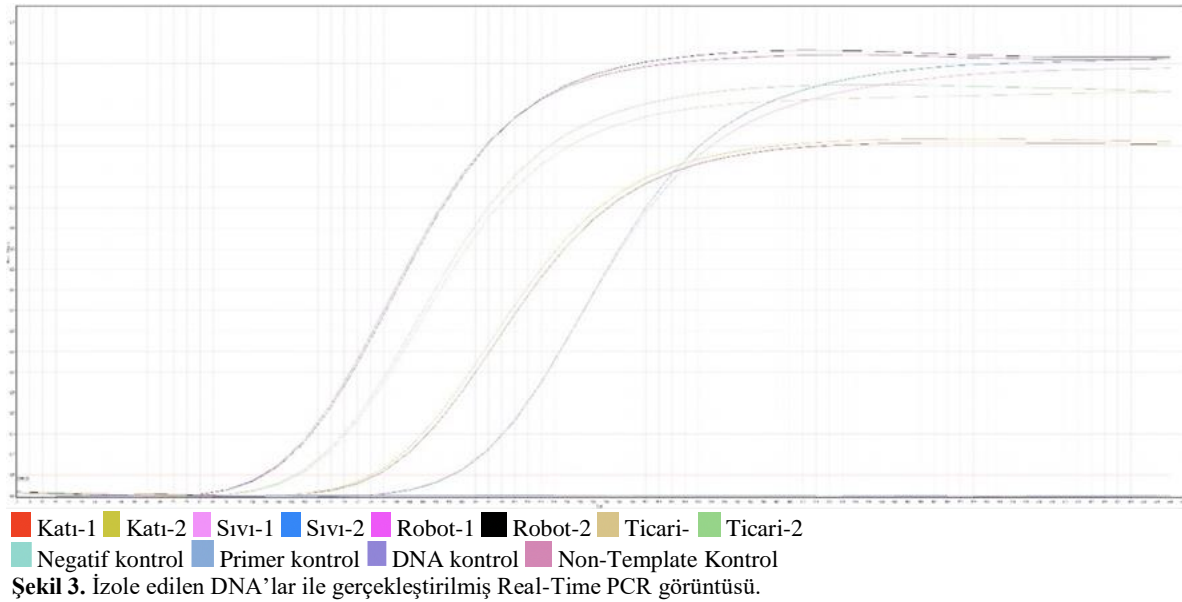
Şekil 2. Farklı metotlar ile izole edilen DNA'ların nanospektrofotometrik (A) ve PCR konsantrasyon (B) değerleri.

Real-Time PCR sonuçları: İzole edilen DNA'lar ile gerçekleştirilen Real-Time PCR grafiğinde izolasyon robotu ile elde edilen DNA'ların konsantrasyon fazlalığından kaynaklanan en erken qCt verdiği ve tekerrürlerin eşleniği olduğu görülmüştür. Bunu takiben, ticari kit izolasyonu ve sıvı katı besiyeri izolasyonları sonrası elde edilen sonuçlar takip ettiği gözlenmiştir. Tekerrürler arasında en büyük sapma değeri ise ticari kit ve sıvı besiyeri ile elde edilen PCR sonucundan elde edilmiştir. İzole edilen DNA'lar ile gerçekleştirilen PCR görüntüsü aşağıda verilmiştir (Şekil 3).

Real-Time PCR işlemi sonucunda elde edilen grafiğe göre tekerrür grupları ve farklı ticari kitler ile gerçekleştirilen tekerrür gruplarının sigmoidal eğrilerinin açılış farklarının anlamsız değerde olduğu (<0,01) görülmüştür. Real-Time PCR işlemi sonrasında izolasyon robotu ile elde edilen sonuçlarda DNA kalitesinin ve florasan ışımının en yüksek değerde olduğu, bunu takiben ticari kitler ile izolasyon, sıvı besiyeri izolasyonu ve katı besiyeri izolasyonları takip ettiği gözlenmiştir. Farklı ticari kitler ile

gerçekleştirilen izolasyonlar arasında anlamsız değerde konsantrasyon farklılıklarının olduğu (<0,02) görülmüştür. Real-Time PCR grafiğinde çalışma grupları arasındaki tekrürler içerisinde en büyük sapma sıvı besiyeri izolasyonu ve ticari kit izolasyonunda gözlenmiştir. Real-Time PCR amplikonları ile analiz

sonrası başlatılan curve analizi sonrasında standartlar arası medyan değeri (M), en küçük kopya değerine karşılık gelen Ct (B) ve Primer bağlanma kararlılığının (E) optimum düzeyde ve PCR grafiği ile uyumlu olduğu anlaşılmıştır.



Günümüzde DNA izolasyonu amacıyla bu çalışmada kullanılan metotlar dışında slika jel teknolojisi kullanan hazır DNA izolasyon kitlerinden de faydalanılmaktadır. Ancak bu tür yöntemler yüksek maliyetlidir. Ayrıca; DNA izolasyonu amacıyla genellikle fenol-kloroform yöntemi (Akyüz vd., 2008; Akyüz & Ertuğrul, 2008; Korkmaz-Ağaoğlu vd., 2010) ya da hazır DNA izolasyon kitlerinin (Özşensoy vd., 2008; Balcıoğlu vd., 2010; Budak-Yıldıran vd., 2010) kullanımı da bildirilmiştir. Bakteriye çalışmalarda DNA izolasyonu için kaynatma yöntemi de bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Balta & Yılmaz, 2019). DNA izolasyonunda küçük miktarlarda doymuş potasyum asetat çözeltisi de proteinleri çöktürmek amacıyla kullanılarak proteinler uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen çözelti içerisindeki DNA, izopropanol ile presipite edilerek saflaştırılabildiği bildirilmiştir (Sambrook vd., 1989). Virüs dışı mikroorganizmalar için DNA izolasyonu hedeflendiğinde santrifüj işleminin de konsantrasyon yönünden önemli olduğu ve düşük hızda santrifüj (<21000) ve filtrasyon işlemlerinin çalışma için daha uygun olduğu bildirilmiştir (Thomas vd., 2015). Manyetik separasyon (beads-beating) yöntemi, sporlu bakteriler ve mikobakterilerde DNA izolasyonu için diğer fiziksel ve kimyasal yöntemlerden daha verimli olduğu, manyetik separasyon yönteminde önce veya sonra 95°C'de bir ısıtma adımının lizis verimliliğini arttırdığı da bildirilmiştir (Koroğlu, 2017). Araştırmacılar aynı zamanda yarı otomatik sistemler ile gerçekleştirilen izolasyonların manuel gerçekleştirilen izolasyonlardan daha verimli olduğunu da bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra, manuel

izolasyon metotlarının bazılarında ise Polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) ve aromatik asitler benzeri inhibitörlerin bulunması yalnızca izolasyon aşaması ile kalmayıp sekans analizi aşamasında sorun teşkil ettiği bildirilmektedir (Marchesi, 2014). Bu çalışmada ise inhibitörlerin kısmi önlenmesi ve metotların eşit değerlendirilmesi amacıyla kültüre edilmiş bakteriler üzerinde çalışma yürütülmüştür.

SONUÇ

Bu çalışmada *L. garvieae* izolatları aynı besiyerinde ve aynı çevresel şartlarda gelişimleri tamamlanmış ve bakterilerin identifikasyonları 16S rRNA gen bölgesi spesifik primer assayler ile teyit edildikten sonra aynı kolonilerden alınan bakteriler, sıvı besiyerinde tekrar ekilerek geliştirilmiştir. 24 saatlik inkübasyon periyodunun sonunda sıvı besiyerindeki suşlar 600 nm dalga boyunda 1.0 optik dansiteye (OD) ayarlanmıştır. Aynı yoğunluğa sahip bakterilerden total genomik DNA izolasyonları sıvı besiyerinden kaynatma yöntemi, katı besiyerinden kaynatma yöntemi, ticari kit kullanılarak manuel izolasyon ve otomatize izolasyon robotu ile izolasyon olmak üzere 5 farklı metotla gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak, DNA konsantrasyonları, Real-Time qPCR sonucunda elde edilen cT değerlerinin normalizasyonu ve nanospektrofotometrik ölçümler ile belirlenmiş ve yorumlanmıştır. Elde edilen DNA'lar ile gerçekleştirilen Real-Time PCR işlemi sonrasında izolasyon robotu ile elde edilen sonuçlarda DNA kalitesinin en iyi seviyede olduğu,

bunu takiben ticari kit ile izolasyon, sıvı besiyeri izolasyonu ve katı besiyeri izolasyonları takip ettiği görülmüştür. Real-Time PCR grafiğinde çalışma grupları arasındaki tekerrürler içerisinde en büyük sapma sıvı besiyeri izolasyonu ve ticari kit izolasyonunda görülmüştür. İzolasyon metotları için harcanan zaman açısından en kısa sürede katı ve sıvı besiyeri izolasyonlarını takiben izolasyon robotu ve ticari kit ile izolasyon yer almıştır. Ekonomik yönden en uygun metotların sıvı ve katı besiyeri izolasyonları bunları takiben izolasyon robotu ve ticari kit geldiği görülmüştür. Kullanılan metotlar arasında ekonomiklik, zaman ve kalite açısından kıyaslamalar yapıldığında çalışma kalitesi ve verimliliği yönünden izolasyon robotu ile elde edilen sonuçların daha güvenilir ve verimli olduğu kanaatine varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2018-6886 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akyüz, B., Bayram, D., Ertuğrul, O. & İşcan, K.M. (2008).** Türkiye’de yetiştirilen holsteyn ve bazı yerli sığır ırklarında citrullinemia allelinin belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **5**(1), 17-20.
- Akyüz, B. & Ertuğrul, O. (2008).** Türkiye’de Holsteyn ve yerli sığırlarda üridin monofosfat sentez eksikliğinin (DUMPS) belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **55**, 57-60.
- Austin, B. & Austin, D.A. (1999).** *Bacterial fish pathogens: Disease in farmed and wild fish. 3rd (Revised) Edition.* Praxis Publishing, Chichester, UK.
- Balcıoğlu, M.S., Sahin, E., Karabağ, K., Karlı, T. & Alkan, S. (2010).** Türkiye yağlı kuyruklu koyun ırklarında DNA parmak izinin RAPD-PCR yöntemi kullanılarak saptanması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **16**, 55-61.
- Balta, F., Sandalli, C., Kayis, S. & Ozgumus. O.B. (2010).** Molecular analysis of antimicrobial resistance in *Yersinia ruckeri* strains isolated from rainbow trout (*Onchorhynchus 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 *Vibrio 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. 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 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 & Animal Sciences*. **4**(1), 27-33.
- Balta, F. & Yılmaz, H. (2019).** Kültür Levreklerinde (*Dicentrarchus labrax*) *Vibrio parahaemolyticus* Enfeksiyonu. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*. **4**(2), 104-110.
- Bozkaya, F. (2012).** DNA İzolasyonunda Fenol-Kloroform Yerine Potasyum Asetat Kullanımının DNA Miktarı ve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **1**(2), 92-96.
- Budak-Yıldırım, F.A., Yıldız, K., Çakır, Ş. & Gazyağcı, A.N. (2010).** Kırıkkale bölgesinde koyun kökenli *Echinococcus granulosus* izolatlarının moleküler karakteri. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, **16**(2), 245-250.
- Ewers, C., Janßen, T., Kiebling, S., Philipp, H.C. & Wieler, L.H. (2004).** Molecular epidemiology of avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) isolated from colisepticemia in poultry. *Veterinary Microbiology*, **104**(1-2), 91-101.
- Güler, G. (2018).** DNA-RNA-izolasyonu. www.fencebilim.com/biyoloji/biyoloji-sunulari/DNA-RNA-izolasyonu.pdf. Erişim tarihi: 05.03.2018. Saat: 12:26.
- Hoseinifar, S.H., Dadar, M., Khalili, M., Cerezuela, R. & Esteban, M.Á. (2017).** Effect of dietary supplementation of palm fruit extracts on the transcriptomes of growth, antioxidant enzyme and immune-related genes in common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. *Aquaculture Research*, **48**(7), 3684-3692.
- Korkmaz-Ağaoğlu, Ö., Çınar-Kul, B., Akyüz, B., Özkan, E., Ertuğrul, O., Erol, H. (2010).** Keçi türünde mikrosatellit polimorfizminin belirlenmesinde farklı çoklu-PZR (Multipleks PCR) sistemleri. *Vet Hekim Der Derg*, **81**, 21-27.

- Köroğlu, M. (2017).** Sampling and DNA Isolation in Microbiota Studies. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, **1**, 50-55.
- Marchesi, J.R. (2014).** *The Human Microbiota and Microbiome. Advances in Molecular and Cellular Microbiology.* CAB International, Cardiff University, Cardiff.
- Önalın, Ş. & Arabacı, M. (2016).** Van, Bitlis, Muş ve Hakkari illerinde bulunan gökkuşuğu alabalığı çiftliklerinden elde edilen *Lactococcus garvieae* izolatlarının fenotipik, serotipik ve genotipik farklılıklarının belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- 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*, IJA_71.2019.1597, p:10.
- Özşensoy, Y., Kurar, E., Bulut, Z. & Nizamlioğlu, M. (2008).** Mikrosatellit DNA markörleri kullanılarak atlarda ebeveyn tayini: Bir vaka takdimi. *Vet Bil Derg*, **24**, 87-91.
- Sambrook, J., Fritsch, E.F. & Maniatis, T. (1989).** *Molecular Cloning: A laboratory manual.* Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
- Thomas, V., Clark, J. & Doré, J. (2015).** Fecal microbiota analysis: an overview of sample collection methods and sequencing strategies. *Future microbiology*. **10**(9):1485-1504.
- Turner, P.C., McLennan, A.G., Bates, A.D., White, M.R.H. & Konuk, M. (2004).** *Moleküler biyoloji.* Nobel Yayın evi. ISBN: 975-591-596-6.
- Ün, C., Wimmers, K., Ponsuksili, S., Schmoll, F. & Schellander, K. (2000).** Mikrosatellitler ve kullanım alanları. *Hayvansal üretim*, **41**(1).
- Wang, C.Y., Hsieh, Y.R., Ng, C.C., Chan, H., Lin, H.T., Tzeng, W.S. & Shyu, Y.T. (2009).** Purification and characterization of a novel halostable cellulase from *Salinivibrio sp.* strain NTU- 05. *Enzyme and Microbial Technology*, **44**(6-7), 373-379.

***Corresponding author's:**

Abuzer TAŞ

Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi/Kırgızistan.

✉E-mail : , abuzertas@yyu.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-7326-1768>

Telefon : ++996 700 125 544

Unfavorable Visual Effects of Lactococcosis and Listonellosis on Rainbow Trout Meat Quality

Tevfik Tansel TANRIKUL¹ Ezgi DİNÇTÜRK^{1*} Nejdet GÜLTEPE²

¹İzmir Katip Celebi University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, 35620, İzmir, Turkey

²Atatürk University, Faculty of Fisheries, 25240, Erzurum, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-1684-7965>,

^{1*}<https://orcid.org/0000-0002-5826-2383>,

²<https://orcid.org/0000-0003-4332-522X>

Received date: 11.09.2018

Accepted date: 09.07.2019

How to cite: Dinçtürk, E., Tanrikul, T.T. & Gültepe, N. (2019). Unfavorable Visual Effects of Lactococcosis and Listonellosis on Rainbow Trout Meat Quality. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 428-434.

Atf yapmak için: Dinçtürk, E., Tanrikul, T.T. & Gültepe, N. (2019). Lactococcosis ve Listonellosis'in Gökkuşluğu Alabalığı Görsel Et Kalitesi Üzerindeki Olumsuz Etkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 428-434.

Abstract: Rainbow trout which is one of the most produced species in Turkey is affected by many bacterial diseases that cause physiological disorders and economically important losses. Especially pathological disorders in the muscle cause heavy loss in fish processing and packaging facilities. In order to determine the cause of physiological disorders such as reddish brown patches and hemorrhages on processed or unprocessed fish products, the diseased fish were defined in ponds and tracked along the processing activity. Following bacterial isolation in every step of the study, biochemical and molecular identification of pathogens were performed and the causative pathogens were determined as *Lactococcus garvieae* and *Listonella anguillarum*. Petechial hemorrhages and ecchymosis that formed on the skin of the fish were observed caused by *Listonella anguillarum* and *Lactococcus garvieae* which were isolated from fish samples showing hemorrhagic lesions, abscess fillet with blood and deep ulcers. It was determined that *L. garvieae* cause more severe hemorrhagic septicemia than *L. anguillarum* and the disease was observed as acute and chronic cases. Hemorrhages in the muscle were observed as red patches in the fillet and after the smoking process, these patches turn into brown marks which are undesirable organoleptic properties in the processing industry and the serving size fish can not be evaluated. Besides, greenish yellow patches on the abdominal walls caused by the overproduction of bile and exploding off the gall bladder which may be related to metabolic disorders or bacterial and parasitic diseases.

Keywords: Bacterial fish disease, economic loss, visual quality of fish.

Lactococcosis ve Listonellosis'in Gökkuşluğu Alabalığı Görsel Et Kalitesi Üzerindeki Olumsuz Etkileri

Öz: Türkiye'de en fazla üretimi yapılan balık türlerinden olan gökkuşluğu alabalığı patolojik bozukluklara neden olan birçok bakteriyel hastalıktan etkilenmekte ve bu hastalıklar önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Özellikle kaslardaki patolojik bozukluklar balığın işlenmesinde kayıplara yol açmaktadır. İşlenmemiş ve işlenmiş balıklarda şekillenen kırmızı kahverengi lekeler ve hemorajiler gibi fizyolojik bozuklukların nedenlerinin belirlenmesi amacıyla havuzlarda hasta balıklar tespit edilmiş ve işleme prosesinde takip edilmiştir. Çalışma süresince her adımda bakteriyel izolasyon gerçekleştirilmiş, biyokimyasal ve moleküler yöntemler kullanılarak etken patojenler *Lactococcus garvieae* ve *Listonella anguillarum* olarak tanımlanmıştır. Balıkların derisinde şekillenen peteşiyel hemorajiler ve ekimozların *L. anguillarum*'dan kaynaklandığı gözlenmiştir. Hemorajik lezyonlar, içi kan dolu apseler ve derin ülserler görülen balık örneklerinden *L. garvieae* izole edilmiştir. *L. garvieae*'nin *L. anguillarum*'dan daha şiddetli hemorajik sepsisemiye neden olduğu ve hastalığın akut ve kronik formlarında da belirtilerin görüldüğü tespit edilmiştir. Kaslardaki hemorajiler filetoya kırmızı lekeler olarak görülmekte ve bu lekeler fümeleme işleminden sonra kahverengi lekelerle dönerek işleme endüstrisinde istenmeyen organoleptik nitelikler olarak pazar boyundaki balıkların değerlendirilememesine neden olmaktadır. Ayrıca karın duvarlarındaki yeşilimsi sarı lekelerin metabolik, bakteriyel ve paraziter hastalıklar nedeniyle fazla üretilen safranın safra kesesini patlatmasına bağlı olarak şekillendiği belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Bakteriyel balık hastalıkları, balığın görsel et kalitesi, ekonomik kayıp.

INTRODUCTION

The bacterial fish disease causes economic losses not only with high mortality rates but also with some post-mortem disorders in fish processing and packaging facilities. Especially, market rate is adversely affecting by the deteriorations which are the results of bacterial diseases (Tavares-Dias & Martins, 2017). The major bacterial pathogens that cause disease in rainbow trout are *Listonella anguillarum*, *Lactococcus garvieae*, *Yersinia ruckeri*, *Aeromonas hydrophila*, *Flavobacterium columnaris*, *Flavobacterium psychrophilum* and *Pseudomonas fluorescens* (Toranzo, 2004; Balta et al., 2010; Balta et al., 2016). Among these pathogens, *Listonella anguillarum* (*L. anguillarum*) and *Lactococcus garvieae* (*L. garvieae*) are the two pathogens that have the most negative effects during the processing of fish.

L. anguillarum, the cause of Listonellosis, has been isolated from many species from salt and freshwater (Balta & Dengiz Balta, 2016). It is also a frequent pathogen in rainbow trout farms. It is a Gram-negative, polar flagellated, comma-shaped rod bacterium which shows an opportunistic character and associated with increased water temperature and clinically characterized by hemorrhage, ulcers and lesions on the ventral region of the body (Actis et al., 1999; Austin & Austin 2007). Pathologically, hemorrhage in the abdominal walls and liver, enteritis and lesions under the skin and muscle are observed (Candan, 1991). In Turkey, Listonellosis is detected frequently from cultured fish species both from salt and freshwater such as sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (Cagirgan, 1993). *L. anguillarum*, which caused widespread disease in marine fish during the 1990s, was first seen from a terrestrial rainbow trout farm in 2006 (Tanrikul, 2007; Balta, 2016). The reason for the adaptation of this bacterium to an inland farm seems to be using discarded sea fish as a protein source without complying the hygienic principles. After that *L. anguillarum* was spread to other fish farms with contaminated water and porter fish in the same geographical area (Tanrikul, 2007), the disease agent which has increasing pathogenicity shows transmission fish to fish and cause high mortality with severe hemorrhagic septicemia symptoms (Austin & Austin, 2007 Balta & Dengiz Balta, 2017).

Lactococcosis is an emerging disease which is caused by *L. garvieae*. In Turkey, it was firstly isolated from a rainbow trout farm as *Enterococcus* sp. (Cagirgan & Tanrikul, 1995), then Diler et al (2002) identified *L. garvieae* with same biochemical characteristics. In the following years It has been reported from Konya and surrounding (Kav & Erganis, 2007), Black Sea region (Ture & Savas, 2010; Balta & Dengiz Balta, 2019) and Mediterranean region (Ozer et al., 2008) in Turkey.

L. garvieae is a Gram (+), non-motile, facultative anaerobic bacteria that cause septicemia and meningococcalitis in many marine and freshwater fish

species (Eldar et al., 1996; Teixeira et al., 1996; Barnes et al., 2002). It is reported that high water temperature, negative environmental conditions, poor feed quality, and poor oxygen conditions cause the spread of the agent and increase pathogenicity (Fukuda et al., 1997). The typical signs of Lactococcosis are mainly hemorrhagic septicemia, darkness in the skin and with the progression of the disease hemorrhages in the periocular area, head and anal region, exophthalmia, congestion of internal organs and hemorrhagic enteritis (Vendrell et al., 2006). Hemorrhages could be determined at different levels in swim bladder, brain, liver, kidney, heart, intestine and peritoneum.

After the determination of first *L. garvieae* infection from rainbow trout in 1997 from Turkey, it was found almost all of the trout farms in the Aegean, Black Sea and Mediterranean region where the water temperature is usually seen high (Timur et al., 2011). The pathogen, *L. garvieae* is a bacterium that generally causes bovine mastitis as a mesophilic bacterium (Meyburgh et al., 2017). In this study, psychological disorders caused by these important bacterial fish diseases were investigated and the disorders during the processing steps were determined. The economic losses caused by the important quality problems in fish have great impact on industry and determination of the reasons will help to provide the improvement in quality awareness.

MATERIAL and METHODS

Experimental design: Two different methods have been applied with the same isolation and identification techniques in order to determine the cause of the patches on processed and unprocessed products (Figure 1). Firstly, lesions and patches on rainbow trout flesh were determined in every 50 samples from 500 fish (300-350 g approximately) in a rainbow trout processing factory in Mugla, Turkey. The diseases batch was tracked and 20 diseased fish were sampled from the ponds which were harvested before. Secondly, diseased fish were observed and sampled in the rainbow trout farm and the fish harvested from these ponds were tracked through the fish processing factory. The negative effects of the diseases on fillet and smoked products were determined. A healthy fish batch was also observed as a control group during the study.

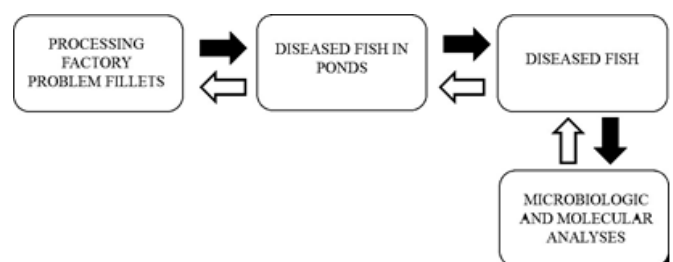


Figure 1. Flow diagram of the research.

Biochemical identification: The bacteria were isolated from spleen, liver and kidney on Tryptic Soy Agar (TSA, Oxoid) and TSA supplemented with 5% defibrinated sheep blood (BTSA, Çağdaş Ltd.). After primer isolation, the representative colonies of *L. anguillarum* were passaged onto thiosulphate citrate bile salts sucrose agar (TCBS, Oxoid) in order to purify colonies. Suspected *L. anguillarum* strains were incubated at 21°C for 48 h and suspected *L. garvieae* strains were incubated at 25°C for 48 h.

The presumptive identification of the strains was performed by motility, Gram staining, catalase and oxidase activity according to standard procedures (Arda, 2015). API 20E for *L. anguillarum* strains and API RAPID ID32 Strep tests for *L. garvieae* strains (BioMerieux S.A., France) were used to determine the biochemical characteristics of the pathogens.

Molecular identification: Molecular identification of the bacteria was conducted; EurX GeneMATRIX Tissue Bacteria DNA (Isolation Kit was used for DNA isolation. Then with Thermo Scientific Nanodrop 2000, density and quality of the isolates were determined. 16SrRNA gene sequence was amplified in order to ensure that the bacteria were *L. anguillarum* and *L. garvieae*. 27F (5' AGAGTTTGATCMTGGCTCAG 3') and 1492R (5' TACGGYTACCTTGTTACGACTT 3') primers were used for PCR amplifications. The strains were obtained from the samples that were isolated from infected rainbow trout during this study. Band screening of the PCR products was observed in the gel electrophoresis. Amplified products of template DNA were sent to the Stab Vida direct sequencing service (Spain) with ABI 3730 XL DNA Analyzer for sequence determination. Then sequences were checked with BLASTN 2.6.1 database.

RESULTS and DISCUSSION

Diseases in rainbow trout farms have constituted a major constraint to the economy and commercial profit by the time. If a bacterial agent is a matter of diseased fish, different pathological disorders are shown depending on the type of disease agent. These pathological disorders are seen as clinical symptoms when the fish are alive and then in fresh products, unsuitable fish can be separated from as a result of the sensory test. However processing of acute or latent diseased fish cause more serious and complicated problems on the product basis.

Diseased rainbow trout samples with *L. anguillarum* commonly showed deep lesions on the surface of the body and hemorrhages (Figure 2). The isolates were found to be Gram-negative comma-shaped rod. API 20E test results identified the bacteria as *L. anguillarum* (the API profile number: 3207726) and the molecular tests were resulted in 100% nucleotide identity with *L. anguillarum* (accession number NR_029103.1).



Figure 2. Rainbow trout with Listonellosis

Petechial hemorrhages and ecchymosis formed on the skin of the fish based on Listonellosis are not demanded on market because of the bloody appearance. Ecchymosis generally causes more impaired skin surface with the appearance of muscles than hemorrhagic lesions. If the infection continues, the skin lose integrity in where ecchymosis are present and cause muscles to contact directly with water (Figure 3). If there is such a lesion in a certain region of the body, fish can be alive. But if the lesions are widespread, it causes death. *L. anguillarum* causes widespread but superficial pathological disorders in rainbow trout. The pathogenic effects of Listonellosis such as petechial or widespread lesions caused by dissociation of blood from vessels to muscular tissues cause dark stain on the fillet (Figure 4). The reddish brown colored patches appeared more significantly on smoked products by the effects of heat, especially when the dissociated blood meets with heat (Figure 4).



Figure 3. A and B: Rainbow trout with Listonellosis, C and D: Fillet of fish that infected by *L. anguillarum*.



Figure 4. Smoked product from fish with Listonellosis.

Pull through the disease caused by *L. anguillarum* acutely or chronically, there isn't any problem about the tissue integrity in the muscle caused by the abscess. The ulcerated fish can be separated visually because of the hemorrhagic septicemia on the surface of the body. However, due to the tearing of the veins in the muscle tissue, spot stains are able to be observed in fillet and smoked products if the blood leaking into the tissue and not absorbed completely.

Another important problem during the processing period is fillets that contaminated with bile. When the gallbladder of fish explodes, a yellowish-green patch is shaped on the abdominal wall. This problem causes undesirable conditions in taste and visual appearance on processed fish. Some applications should be performed in order to reduce this problem. If it is caused by a metabolic disorder, the content of the feed should be changed. But if the problem is related to an infection, the harvest should be done immediately. If there is no time and opportunity to take these precautions, it is necessary to minimize the mechanical trauma during the processing period.

L. garvieae cause more severe hemorrhagic septicemia than *L. anguillarum*. Abscess filled with blood and hemorrhagic lesions are seen on the surface of rainbow trout which have Lactococcosis (Figure 5). Isolated strains were described as Gram-positive, non-motile cocci. API rapid ID 32 STREP V3.0 identification systems resulted in the pathogen as *L. garvieae* with the profile 30021000120. The pathogen resulted in 99% nucleotide identity between the current isolate and *Lactococcus garvieae* (accession number KY486014.1)

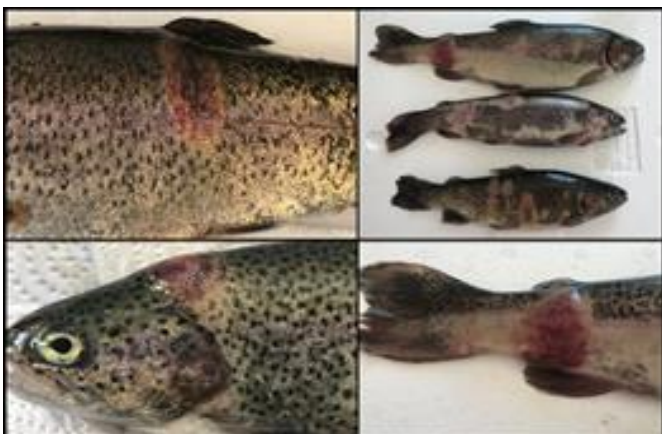


Figure 5. Rainbow trout with Lactococcosis.

The abscesses causing by *L. garvieae* drainage in time and develop deep ulcers in their places (Figure 6). Sometimes these abscesses are formed in the deeper parts of the muscle tissue without absorption and can become encysted. In this type of infected fish, even if the abscess

heals itself, the scars and cicatrized tissue cause deterioration of homogeneous appearance. In some cases, this situation forms cavities in the muscle tissue of infected fish (Figure 6). In addition, just as Listonellosis, undesirable appearance is seen on smoked and filled fish with Lactococcosis. Hemorrhages in the peritoneum and bloody fluid accumulating in the abdominal cavity cause widespread brown patches in infected fish with *L. garvieae* (Figure 7).



Figure 6. A and B: Fish with Lactococcosis, C: Fillet with Lactococcosis, D: Smoked products with Lactococcosis.



Figure 7. Reddish-brown patches on abdominal walls of rainbow trout caused by *L. garvieae*.

Lactococcosis is a bacterial disease that continues throughout the year in the terrestrial ponds and cage cultures where the water temperature does not fall below 12° C in Turkey. The disease caused by *L. garvieae* is one of the most important infectious diseases in trout culture. It causes serious economic losses and observed as acute and chronic cases. The acute form usually occurs in the fishes weighing from 30 to 350 g in spring and the mortality rise, especially in summer and autumn months. The mortality rates decrease when the water temperature is below 13° C but the disease continues as a course of disease. The treatment of the acute form is unlikely in the summer months. At the end of the treatment, the infection may recur acutely several times or turns into a chronic form. It is not possible to evaluate economically from diseased fish whose skin integrity is damaged by abscess after an acute infection. The abscess in the muscle and hemorrhages formed in the abdominal wall are not noticed until the fish fillet is made. These fish can be

separated before serving for consumption. However, the structure of the tissues between the muscles of fish which have a chronic case cannot be clear by sensory testing. The abscess filled with bloody purulent matter are replaced by scar tissue as a result of cicatrization at the time. Some abscesses are also becoming cystic. Smoked products that are made from these fish show grayish or brownish appearance of stains beside of the normal muscle tissue. In the end, the product is not economically evaluated.

The quality of fish meat is closely related to the health of fish as well as to age, gender, health status, harvesting method and pre-harvesting practices (Badonia et al., 1988). The effects of the fish disease have great importance on aquaculture industry, both production and processing facilities, in a negative way. Diseases caused by *L. garvieae* and *L. anguillarum* have been reported several times from rainbow trout farms in Turkey. Tanrikul (2007), identified *L. anguillarum* for the first time from a rainbow trout farm and reported that the infection spreads rapidly in rainbow trout farms. Similarly, *L. garvieae* was isolated from a rainbow trout farm in 2001 (Diler et al., 2002; Balta & Dengiz Balta, 2019) and since then it has been observed in almost every rainbow trout farm in Turkey.

There is another problem which is less frequently observed that greenish yellow patch on the abdominal walls caused by exploding off the gall bladder. The over-production of bile can be related to metabolic disorders or bacterial and parasitic diseases. This type of greenish yellow patch causes bitter in the taste of the areas contaminated with bile and cause problem to put on the market, especially on fillets (Figure 8).

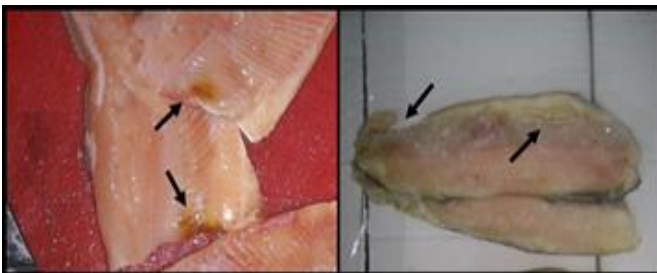


Figure 8. Fillet that contaminated with bile.

The problems mentioned above were not encountered in the control groups. No significant effects on raw material quality were detected during the study (Figure 9).



Figure 9. Control group samples.

In conclusion, bacterial fish diseases such as Listonellosis and Lactococcosis cause great losses, especially in the serving size fish because of these reasons during production and processing steps. It is important to treat the disease immediately with proper methods in order to prevent the chronic forms and continuous mortality. Also, hygienic precautions are necessary to prevent these bacterial pathogens. Besides, the diseased fish should be subjected to visual tests before processing, even if they were treated and it is necessary to evaluate the non-utilizable fish to avoid economic losses.

REFERENCES

- Actis, L.A., Tolmasky, M.E. & Crosa, J.H. (1999). Vibriosis. In: Woo P.T.K. & Bruno D.W. (Ed.), *Fish diseases and disorders: Viral, Bacterial and Fungal Infections, Vol. 3*, 523-558p, CABI International, Wallingford, UK.
- Arda, M. (2015). *Temel Mikrobiyoloji*. Medisan Yayınevi, Ankara.
- Austin, B. & Austin, A. (2007). *Bacterial fish pathogens, diseases of farmed and wild fish*, Fourth Edition. Springer-Praxis Publishing, Chichester, 552p, 978-1-4020-6068-7.
- Badonia, R., Ramachandran, A. & Sankar, T.V. (1988). Quality problems in fish processing. *Journal of the Indian Fisheries Association*, **18**, 283-287.
- Balta, F., Sandalli, C., Kayis, S. & Ozgumus. O.B. (2010). Molecular analysis of antimicrobial resistance in *Yersinia ruckeri* strains isolated from rainbow trout (*Onchorhynchus 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 *Vibrio 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 gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularında görülen vibrio enfeksiyonu ve tedavisi. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*. **1**(1), 14-20.
- Balta, F., Dengiz Balta, Z. Özgümüş, O.B. & Çağırğan, H. (2016). Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki gökkuşluğu 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 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 & Animal Sciences*. **4**(1), 27-33.
- Barnes, A.C., Guyot, C., Hansen, B.G., Horne, M.T. & Ellis, A.E. (2002).** Antibody increases phagocytosis and killing of *Lactococcus garvieae* by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, L.) macrophages. *Fish & Shellfish Immunology*, **12**(2), 181-186.
- Cagirgan, H. & Tanrikul, T.T. (1995).** Türkiye’deki alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, w.) çiftliklerinde yeni bir sorun: Enterococcus benzeri bir bakteri enfeksiyonu. *Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **33**(1), 9-19.
- Cagirgan, H., (1993).** Kültürü yapılan çipura *Sparus aurata* L. ve levrek (*Dicentrarchus labrax* L) balıklarında görülen bakteriyel hastalıkların teşhis ve tedavisi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir, Turkey. 118s.
- Candan, A., (1991).** Çipura (*Sparus aurata* L., 1758) yetiştiriciliğinde mevsimsel olarak görülen hastalık etkenlerinin tesbit ve tedavi yönteminin geliştirilmesi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, Turkey. 76s.
- Diler, O., Altun, S., Adiloglu, A.K., Kubilay, A. & Isık, B. (2002).** First occurrence of Streptococcosis affecting farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, **22**(1), 21-26.
- Domenech, A., Prieta, J., Fernandez-Garayzabal, J.F., Collins, M.D., Jones, D. & Dominguez, L. (1993).** Phenotypic and phylogenetic evidence for a close relationship between *Lactococcus garvieae* and *Enterococcus seriolicida*. *Microbiologia-Madrid*, **9**, 63-63.
- Eldar, A., Ghittino, C., Asanta, L., Bozzetta, E., Gorla, M., Prearo, M. & Bercovier, H. (1996).** *Enterococcus seriolicida* is a junior synonym of *Lactococcus garvieae*, a causative agent of septicemia and meningoencephalitis in fish. *Current Microbiology*, **32**(2), 85-88.
- Eldar, A.A. & Ghittino, C. (1999).** *Lactococcus garvieae* and *Streptococcus iniae* infections in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*: similar, but different diseases. *Diseases of Aquatic Organisms*, **36**(3), 227-231.
- Fukuda, Y., Maita, M., Satoh, K.I., Yamamoto, H., Okamoto, N. & Ikeda, Y. (1997).** Effects of dissolved oxygen concentration on experimental horizontal transmission of induced by artificial infection with *Enterococcus seriolicida* in yellowtail. *Fish Pathology*, **32**(1), 43-49.
- Kav, K. & Erganis, O. (2007).** Konya Bölgesi’nde bulunan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerinden *Lactococcus garvieae* izolasyonu, identifikasyonu ve fenotipik özelliklerinin belirlenmesi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, **23**, 7-17.
- Kusuda, R., Kawai, K., Salati, F., Banner, C.R. & Fryer, J.L. (1991).** *Enterococcus seriolicida* sp. nov., a fish pathogen. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **41**(3), 406-409.
- Meyburgh, C.M., Bragg, R.R. & Boucher, C.E. (2017).** *Lactococcus garvieae*: an emerging bacterial pathogen of fish. *Diseases of Aquatic Organisms*, **123**(1), 67-79.
- Özer, S., Bulduklu, P.S. & Dönmez, E. (2008).** Mersin ilinde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) Streptokokkozis varlığı. *Journal of Fisheries Sciences*, **2**(3): 272-283.
- Tanrikul, T.T. (2007).** Vibriosis as an epizootic disease of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **10**, 1733-1737.
- Tavares-Dias, M. & Martins, M.L. (2017).** An overall estimation of losses caused by diseases in the Brazilian fish farms. *Journal of Parasitic Diseases*, **41**(4), 913-918.
- Teixeira, L.M., Merquior, V.L.C., Vianni, M.D. C.E., Carvalho, M.D.G.S., Fracalanza, S.E., Steigerwalt, A.G., Brenner, D.J. & Facklam, R.R. (1996).** Phenotypic and genotypic characterization of atypical *Lactococcus garvieae* strains isolated from water buffalo with subclinical mastitis and confirmation of *Lactococcus garvieae* as a senior subjective synonym of *Enterococcus seriolicida*. *Internal Journal of Systematic Bacteriology*, **46**, 664-668.
- Timur, G., Yardimci, R., Urku, C. & Çanak, Ö. (2011).** Marmara Bölgesi kültür gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, L.) Lactococcosis’in bakteriyolojik ve histopatolojik metodlarla teşhisi. *Aquatic Sciences and Engineering*, **26**(2), 63-81.
- Toranzo, A.E. (2004).** Report about fish bacterial diseases In: Alvarez-Pellitero P. (ed.), Barja J.L. (ed.), Basurco B. (ed.), Berthe F. (ed.), Toranzo A.E. (ed.). *Mediterranean aquaculture diagnostic laboratories*. Zaragoza: CIHEAM, 2004. p. 49-89 (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherch es; n. 49)

- Ture, M. & Altinok, I. (2016).** Detection of putative virulence genes of *Lactococcus garvieae*. *Diseases of Aquatic Organisms*, **119**, 59-66.
- Türe, M. & Savaş, H. (2010).** Karadeniz Bölgesi'nde gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) Lactococcosis (*Lactococcus garvieae*). *Yunus Araştırma Bülteni* **3**, 19-20.
- Vendrell, D., Balcázar, J.L., Ruiz-Zarzuola, I., De Blas, I., Gironés, O. & Múzquiz, J.L. (2006).** *Lactococcus garvieae* in fish: a review. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, **29**, 177-198.

***Corresponding author's:**

Ezgi DİNÇTÜRK

Izmir Katip Celebi University Faculty of Fisheries Balatçık Mahallesi Havaalanı Şosesi No:33/2 Balatçık 35620 Çiğli İzmir /TURKEY

E-mail : ezgi.dincturk@ikc.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-5826-2383>

Tel : +90(232) 329 35 35

Trend Analysis of Monthly Average Flows of Kızılırmak Basin

Hatice CITAKOGLU*¹

Necmiye MINARECIOGLU²

¹ Department of Civil Engineering, Erciyes University, Kayseri, TURKEY

² Vocational School of Technical Sciences, Ahi Evran University, Kırşehir, TURKEY

 <https://orcid.org/0000-0001-7319-6006>,

 <https://orcid.org/0000-0003-0358-5780>

Received date: 22.07.2019

Accepted date: 14.11.2019

How to cite: Citakoglu, H. & Minarecioglu, N. (2019). Trend analysis of monthly average flows of Kızılırmak Basin. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 435-440.

Atf yapmak için: Citakoglu, H. & Minarecioglu, N. (2019). Kızılırmak Havzası ortalama akımlarının trend analizi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 435-440.

Abstract: The impact of climate change on meteorological data and water resources is one of the subjects of interest in both hydrology and meteorology. The change in meteorological occurrences due to the atmospheric circulation of climate is an important factor in the design of water structures and water management issues. In this study, trend analysis was performed by using monthly average current values taken from three different current observation stations in Kızılırmak basin and the presence of meaningful trend was investigated. Mann Kendall (MK) and Modified Mann Kendall (Hamed) and Spearman's Rho (SRHO) methods are the non-parametric methods used in trend analysis of basin flows. The linear regression method, which is a parametric method, is also included in the study of trend. Pettit method was used to determine the beginning of the trend. The mean monthly flow data between the years of 1970 and 2010 were taken from 15-03, 15-68 and 15-208 stations analyzed and as a result an increasing trend in 15-68 stations and a decreasing trend was determined in 15-208 and 15-03 stations. According to the Pettit test, the beginning of the increase trend in flow at station 15-68 is September 1986. And the beginning of the decrease in the 15-208 station was in April 1989 and the beginning of the decrease in the 15-03 stations took place in 1999-September.

Keywords: Kızılırmak basin, Mann Kendall, modified Mann Kendall (Hamed), Spearman's Rho, Trend analysis.

Kızılırmak Havzası Ortalama Akımlarının Trend Analizi

Öz: İklim değişikliğinin meteorolojik verilere ve su kaynaklarına etkisi son yıllarda hem hidroloji hem de meteoroloji alanında ilgi çeken konulardan birisidir. İklimin atmosferik sirkülasyona etkisiyle meteorolojik oluşumlarda meydana gelen değişim su yapılarının tasarımı ve su yönetimi konuları üzerinde önemli bir etkidir. Yapılan çalışmada Kızılırmak havzasında bulunan üç farklı akım gözlem istasyonundan alınan aylık ortalama akım değerleri kullanılarak trend analizi yapılmış, anlamlı trend varlığı araştırılmıştır. Havza akımlarının trend analizinde kullanılan Mann Kendall (MK) ve Modifiye Mann Kendall (Hamed), Spearman'nın Rho (SR) yöntemleri parametrik olmayan yöntemlerdir. Parametrik bir yöntem olan Lineer regresyon yöntemi de trend araştırılmasına dahil edilmiştir. Trendin başlangıcını belirlemek amacıyla da Pettit yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada DSİ'ye ait 15-208, 15-68 ve EİE 'ye ait 15-03 istasyonlarından alınan, 1970-2010 yılları arasındaki ortalama akım değerleri kullanılmış ve sonuçta 15-68 nolu istasyonda artan yönde trend gözlenirken, 15-208 ve 15-03 nolu istasyonlarda azalan yönde bir trend varlığı tespit edilmiştir. Pettit testine göre 15-68 nolu istasyonda akımlardaki artışın başlangıcı 1986- Eylül ayı, 15-208 nolu istasyonda azalmanın başlangıcı 1989 Nisan ayı ve 15-03 nolu istasyonda yine azalmanın başlangıcı 1999-Eylül aylarında gerçekleşmiştir.

Anahtar sözcükler: Kızılırmak havzası, Mann Kendall, modifiye Mann Kendall (Hamed), Spearman Rho testi, Trend analizi.

INTRODUCTION

Climate is one of the most important subjects of meteorological and hydrological field in recent years. The researches have underlined that climate change has been felt to be felt all over the world since the 1980s. Especially the changes in precipitation and other meteorological parameters affect the water resources to a great extent. For this reason, the levels of changes in precipitation and stream currents should be monitored and examined. Since Turkey has semi-arid climate is adversely affected by drought brings. In order to determine the effect of the climatic changes that occur in our country on the flows and meteorological parameters, trends of flows should be known. In particular, assessing the extent of impact of water resources is very important for the management and operation of water resources. While the determination of low and average current values is necessary for planning of dams and reservoir calculations, it is necessary to know flood size currents in terms of design and operation of flood structures (Cigizoglu at al., 2005). Estimating the changes in flows makes future planning and taking measures more effective. It is very important for planning and design to determine the periods in which the current currents will increase or decrease in the coming years and to take the necessary measures. Trend analysis is the most commonly used method for determining the effects of climate impacts on meteorological phenomena and changes in water resources.

Gumus and Yenigun, (2006) performed trend analysis of average flows for 4 stations located in the Lower Firat basin. The Mann-Kendall method was used for the determination of the trend in the research, and the Mann-Kendall Order Correlation test was used to detect beginning the trend. As a result of the analyzes, they stated that there was a decreasing trend in the half of the stations and the movement in the decreasing direction started in 1973-1985 period.

Ceribasi at al. (2013), carried out trend analysis by using Mann-Kendall test and Spearman's Rho test for flow data in the area covering the Western Black Sea Basin, East Black Sea Basin and Sakarya Basin. The non-parametric Mann-Kendall Order Correlation test was chosen to determine the beginning of the trend. According to the results of the analysis in the Western Black Sea and Sakarya Basin of some stations trend is decreasing, in the East Black Sea Basin has not seen trend.

In the Iberian peninsula, annual and seasonal trends were analyzed on currents in 187 sub-basins and identified significant reductions in flows in winter and spring throughout the year in most of the peninsula, especially in southern regions. They also underlined that the dams built in the region did not change the direction of trends (Lorenzo-Lacruz at al. 2012).

Trend analysis was performed by using monthly flow data in 11 stations in Sakarya basin. In the trend

analysis, the nonparametric Spearman's Rho, Sen's T and Seasonal Mann-Kendall tests were used and a significant trend was observed in the trend analysis in 64%. It is stated that trends are decreasing, and decreases started in March-April 1980 period (Özel at al., 2014).

Tekkanat and Saris, (2015), for trend analysis, 42-year monthly flow of the Porsuk river basin was applied to Mann-Kendall, Spearman's Rho and Sen's T test. The mean, maximum and minimum currents decreased significantly. They determined that the beginning time of the trend was 1980 with the Mann-Kendall Order Correlation test.

In the trend study on flow and precipitation in Iran's Karkheh River Basin (KRB), two different versions of the Mann-Kendall test were conducted. In the data sets covering the period 1974-2011, a downward trend of about 70% was determined. According to Theil-Sen's estimator, the results are negative. In addition, there was significant correlation between precipitation and average flows on an annual basis (Zamani at al., 2017).

In the study Turkey's Seyhan basins of the flow and precipitation, has investigated the homogeneity of the time series. They also conducted a trend research with the Mann-Kendall test. The magnitude of the trend was examined by Theil-Sen test and the years when the change started with Pettit test. According to the results, the data set was determined homogeneously at 0.05 significance level. Trend tests vary at each station on an annual scale. No long-term trend was detected on a monthly scale. According to the Pettit test, the most frequent change was in 1981 (Hadi at al., 2019).

In the Yangtze River basin, changes in the annual maximum precipitation flows were investigated. The correlations between extreme precipitation and flow were examined. In the trend research conducted with Mann-Kendall test, no trend was observed in annual precipitation and flows, but increases in extreme summer rainfall were observed (Du at al., 2019).

The data of 25 flow stations and 43 flood stations on homogeneity, trend, stasis and periodicity in Kerala, India were examined. In the study, it was found that the daily series were not homogeneous except for the flood data and were stationary. Changes in daily flows have been found in most of the river basin. Moderate changes were observed in the flood series (Drissia at al., 2019).

A trend study was carried out on sediment and flow values at 11 stations in the Jinsha River Basin. While no significant increase in flow was observed in the time series, in 1985 there was a sudden change in flows both in the upper and middle parts of the river and in 1980 and 2013 there was a sudden change in the direction of flow.

(Adib & Tavancheh, 2019), In the study carried out in Iran Dez basin, the tendencies of precipitation and currents were examined by Mann-Kendall test. In the period of 1981-

2012, it was stated that rainfall was not a significant trend but the currents had negative tendency (Lu at al., 2019).

In this study, non-parametric Mann-Kendall (MK) and Modified Mann-Kendall (Hamed), Spearman's Rho (SR) methods and Linear regression and Innovative Sen Trend analysis were applied to the flows obtained from three different flow observation stations in Kızılırmak basin. While Sen Slope test was used to determine the level of trend, the point where change began with the Pettit test was investigated.

MATERIAL and METHODS

The Kızılırmak Basin is the second largest basin is located east of Central Anatolia Region of Turkey. Its length is 1.151 km and Drainage area is 78.180 km². The Kızılırmak River starts from the vicinity of the Sivas İmranlı, and passes through the Bafra Plain to the Black Sea by passing through Kayseri, Nevşehir, Aksaray, Kırşehir, Ankara, Kırıkkale, Çankırı, Çorum, Sinop and Samsun provinces. The physical map of the Kızılırmak Basin and the basin is given in Figure 1.

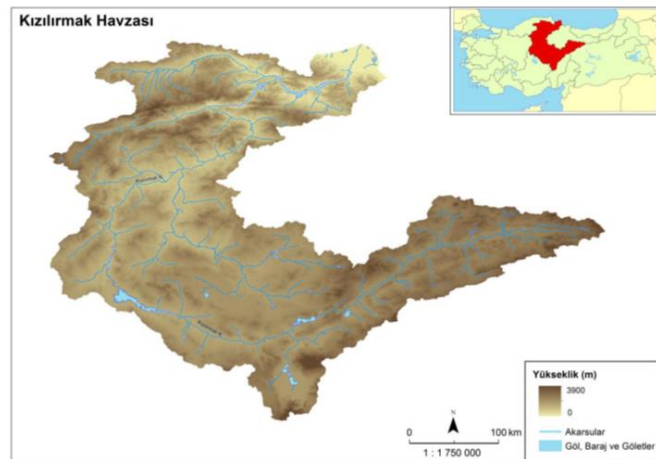


Figure 1. Physical Map of Kızılırmak Basin.

Mann-Kendall (MK) Test: MK Test is a non-parametric test which is applied most in researching the trends of climatic data and considers the sequences rather than the numerical values of the data (Burn & Elnur, 2002). H_0 hypothesis predicts that the series consists of random variables, whereas hypothesis H_1 suggests a similar distribution. To investigate the accuracy of hypotheses, the MK test statistic S value should be calculated. If the average of the calculated S test statistic is zero, the series has a normal distribution. In cases where S test statistics are -1 and 1, Z value is calculated depending on the variance of the series. At defined α significance level the $Z_{\alpha/2}$ value obtained from the standard normal distribution tables is compared to the Z value calculated. If the Z value is small and equal, the acceptance of the H_0 hypothesis should be rejected if it is large. When S value of MK test statistic is negative, it

indicates that there is a decreasing trend. When positive, it indicates that there is increasing trend. (Kendall, 1975)

Modified Mann-Kendall Test (Hamed): In the MK test, the null hypothesis neglects the presence of autocorrelation in the data, if the data are arranged independently and randomly. However, in case of autocorrelation presence, the data may be misleading. Therefore, Modified MK is recommended to be used to determine the trends of data with autocorrelation (Hamed & Rao, 1998). Modified MK, If there is a significant autocorrelation between the data to make the Mann-Kendall test more stronger, it is recommended that the variance of the S value, which is the test statistic, be calculated differently.

Spearman's Rho Test (SRHO): This test, which is applied to investigate the correlation relationship between the two observed data, is the fast and simple method of determining the existence of linear trends. The sequence statistic of the test, $R(x_i)$, is generated by sorting data from small to large or large to small. X is the vector of the series listed; According to the H_0 hypothesis, x_i values from $i = 1$...to n , $x_i = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ x_i have the same probability distributions. According to the hypothesis H_1 , the values of x_i ranging from $i = 1$...to n are increased or decreased over time (Zeybekoğlu & Karahan, 2017). If the calculated Z value is greater than the value of $Z_{\alpha/2}$ obtained from the standard normal distribution tables in the α significance level, then the hypothesis H_0 is not accepted and the presence of the trend is determined by the r_s value expressed as the statistics of Spearman's Rho. If $r_s < 0$, it is concluded that the trend is in decreasing direction and if $r_s > 0$, the trend is increasing (Yuce at al., 2018).

Linear Regression Method: Linear Regression is the regression analysis used to determine the x-dependent change of the variable y (Atik, Deniz, & Yıldız, 2007). The regression equation is $y = ax + b$; The coefficient a denotes the direction and value of the trend. The existence of a linear relationship between x and y is expressed according to their distribution in the x-y plane of the observation pairs. In order to be able to talk about a relationship between x and y, the distribution must be spread around a line. If there is such a distribution there is a linear relationship between the observation pairs. For an increasing trend, the coefficient a should be positive. For a trend in the decreasing direction, the coefficient a must be negative. The fact that the coefficient a is close to zero indicates that there is no change (Güner Bacanlı & Tugrul, 2016).

Innovative Sen Trend Test: This method is a graphical method that observes the distribution of data to x and y axes by sorting the data according to numerical values and separating the first and second half equal. If the distribution of data is spreading in the upper region of the 45-degree axis line, an increasing trend is observed. However, if the distribution of data is spreading in the lower part of the axis, a decreasing trend is observed.

Pettit Test: In the Pettit test, which is used to determine the beginning of the change in a data series and can determine the beginning of the change on a monthly and yearly basis, the null hypothesis argues that the sequence consists of independent and random elements. The other hypothesis is that there is a sudden change of direction at one point in the sequence (Pettit, 1979). When the elements in the array are plotted as a graph, the absolute maximum value of the array points to the direction of the direction change.

RESULTS and DISCUSSION

Water is one of the most important sources for human. However, the hydrological cycle associated with the Earth's climate cycle also changes in the amount of water resources due to changes in the climate. But, since the change of this big period will not happen at a time, monitoring of the process and taking necessary precaution are important in terms of storing water resources and water resources management. For this reason, trend analysis is carried out to determine the increase or decrease of current values over many years. In this study, three different current monitoring stations of Kızılırmak Basin were used to determine the trends of mean flow data.

First, the trend was investigated by linear regression method. The results and comments are explained with tables. In the trend analysis made by linear regression, as shown in Table 1, the values of the A and B coefficients of the current data of the stations 68, 208 and 15-03 in Kızılırmak Basin and the t value of the coefficient B were expressed. At the station 68, Because of the t value of the coefficient B for the 5% significance value is greater than $t_{cri} = 1.96$, it is mentioned that the trend is present and the trend is in an increasing direction since the coefficient B is greater than zero. The t value of the coefficient B in the station 208 is less than $t_{cri} = -1.96$, indicating a trend in the data. However, the fact that the coefficient B is less than zero indicates that the trend is decreasing. Similarly, in the 1503 station, the t value of the coefficient B was less than $t_{cri} = -1.96$, so it was determined that the trend was decreasing in this station because the trend was smaller than zero.

Table 1. Results of the linear regression trend test applied to current data of stations 68, 208 and 15-03 in Kızılırmak Basin according to 5% critical probability level.

Station ID	A	B	t_t	t_{cri}	Trend
68	1.33	0.005	2.62	1.967	Upward
208	0.405	-0.001	-2.057	1.97	Downward
15-03	279.314	-0.344	-2.718	1.965	Downward

The non-parametric Mann-Kendall method is often used in trend analysis and is based on Z statistics. The calculated Z values are compared to the known Z value according to the 5% significance value.

Table 2. Results of MK trend test applied to current data of stations 68, 208 and 15-03 of Kızılırmak Basin according to 5% critical probability level.

Station ID	MK Statistic	$Z_{calculated}$	Tail probability	Trend
68	11523	5.453	0	Upward
208	-1229	-0.988	0.1616	---
15-03	-18845	-5.367	0	Upward

In station 68, when the calculated Z value and the 5% significance level value (1.96) are compared, it indicates that there is a trend in the data because the calculated Z value is greater than 1.96. As can be seen in Table 2, as the MK statistical value is greater than zero indicates that the trend is in an increasing direction. But, since the calculated Z value of the station 15-03 is smaller than -1.96 and the MK Statistics value is smaller than zero, the trend is downwards. In station 208, The Z values calculated are less than 1.96, indicating that there is no trend presence in these series. On Table 3 shows the results of Spearman's Rho trend analysis applied to current data of three different stations in Kızılırmak basin.

As can be seen in Table 3, In station 68 since the calculated Z values are greater than 1.96, there is a trend and the positive test statistics indicate that the direction of the trend is increasing. In the station 15-03, the calculated Z value is less than -1.96 and Spearman's Rho Test indicates a trend in decreasing direction because the statistical value is negative. When the data of station 208 is taken into consideration, it indicates that there is no trend because Z value is smaller than 1.96.

Table 3. Results of Spearman's Rho trend test applied to current data of stations 68, 208 and 15-03 of Kızılırmak Basin according to 5% critical probability level.

Station ID	Statistic of Test	Z	Trend
68	0.2934	5.418	Upward
208	-0.0555	-0.858	---
15-03	-0.235	-5.143	Downward

Innovative Sen trend test, which is one of the most recent trend methods, is different from other trend tests. Trends are expressed graphically and not based on assumptions are important features. This method is based on t statistics and the results are shown in Table 4. Figure 3 shows the graphs formed according to the Innovative Sen trend method. The first half of the time series generated by the data is placed on the x-axis and the second half on the y-axis. The condition of the points obtained on the 45° slope line is examined. When we look at the distribution of data in station 68, the trend is observed in increasing direction because of the distribution in the upper part of the slope line. At the same time, when we look at the results numerically, as can be seen in Table 4, it can be said that the slope has a trend since it is not between the limit values.

Table 4. Results of Innovative Sen trend test applied to current data of stations 68, 208 and 15-03 of Kızılırmak Basin according to 5% critical probability level.

Station ID	Slope	Standard Deviation	Standard Deviation of slope	Lower Limit	Upper Limit	Trend
68	0.003	3.45	0	0	0	Upward
208	0	0.306	0	0	0	—
15-03	-0.302	387.824	0.084	-0.137	0.137	—

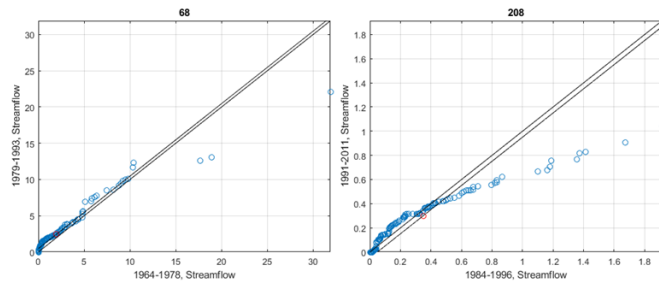


Figure 2. The Innovative Sen trend test graphs applied to the current data of stations 68, 208 and 15-03 in Kızılırmak Basin.

Table 5. Results of trend test applied to current data of stations 68, 208 and 15-03 of Kızılırmak Basin according to 5% critical probability level.

Station ID	Modified MK-(Hamed)	Linear	MK	Spearman's Rho	Innovative Sen	Pettit
68	Upward	Upward	Upward	Upward	Upward	1986-September
208	—	Downward	—	Downward	—	1989-April
15-03	Downward	Downward	Downward	Downward	—	1999-September

Table 5 shows the comparison of the results of 5 different trend tests on the streams of Kızılırmak basin. As can be seen in Table 5, 5 different trend test results of the current data are matched at station 68. It was observed that only the Innovative Sen test did not show a trend in station 15-03, but the other 4 methods had a decreasing trend. Differences were observed in 208 stations. The Pettit test was used to determine the start-up of trends in three different stations based on the trend results. Table 5 gives Pettit test results. As can be seen in Table 5, station 68 has an increasing trend in all 5 different trend tests. As a result of the Pettit test charts, it was observed that the flow data started to increase since 1986-September. The decreasing trend was observed at station 15-03 and station 208, and the beginning of the decreasing trend was determined for the station 15-03 as 1999-September and for station 208 as 1989-April.

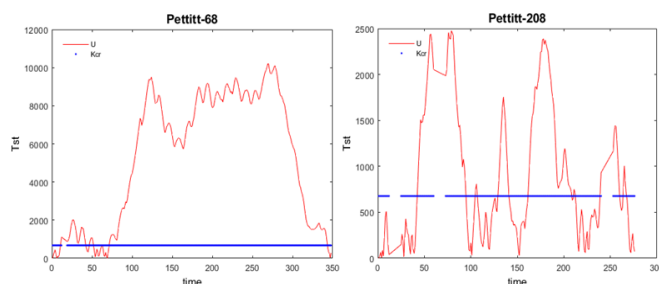


Figure 2. The Pettit test graphs applied to the current data of stations 68 and 208 in Kızılırmak Basin.

CONCLUSION

In this study, Linear Regression, MK, Modified MK, Spearman's Rho and Sen Trend methods were applied to the current data obtained from three different current observation stations in Kızılırmak Basin. According to the analysis;

- The current of station 68 has shown an increasing trend in all methods.
- The current data from station 15-03 shows a decreasing trend in all four methods except Innovative Sen analysis.
- While there is a decrease trend in the station 208 in the Linear Regression and Spearman's Rho methods, the other three methods showed no trend.
- The beginning of the increasing trend was observed at station 68 in 1986 and at station 208 in 1989 and it was determined as 1999 at the station 15-03 with decreasing trend.
- In the study using the mean flow data of three different current observation stations, the trend was 100% in the Linear Regression and Spearman's Rho tests, while the MK and Modified MK (Hamed) tests showed a trend of 67%. The Innovative Sen analysis showed a trend of 33%.

REFERENCES

- Adib, A. & Tavancheh, F. (2019).** Relationship Between Hydrologic and Metrological Droughts Using the Streamflow Drought Indices and Standardized Precipitation Indices in the Dez Watershed of Iran. *International Journal of Civil Engineering*, *17*(7), 1171-1181. Doi: 10.1007/s40999-018-0376-y.
- Atik, K., Deniz, E. & Yıldız, E. (2007).** Artificial Neural Networks Modeling of Meteorological Data. *KSU Journal of Science and Engineering*, *10*(1), 200.
- Burn, D. H. & Elnur, M.A.H. (2002).** Detection of hydrologic trends and variability. *Journal of Hydrology*, *255*(1-4), 107-122.
- Ceribasi, G., Dogan, E. & Sonmez, D. (2015).** Evaluation of Sakarya River streamflow and sediment transport with rainfall using trend analysis. *SDU International Technologic Science* *7*(2), 1-12.
- Cigizoglu, H. K., Bayazit, M. & Onoz, B. (2005).** Trends in the maximum, mean and low flows of Turkish rivers. *Journal of Hydrometeorology*, *6*(3), 280-290.
- Drissia, T. K., Jothiprakash, V. & Anitha, (2018).** Statistical classification of streamflow based on flow variability in west flowing rivers of Kerala, India. *Theoretical and Applied Climatology*, *137*(3), 1643-1658. Doi: 10.1007/s00704-018-2677-0.
- Du, J., Cheng, L. & Zhang, Q. (2019).** Spatiotemporal variability and trends in the hydrology of the Xiang

- River basin, China: extreme precipitation and streamflow. *Arabian Journal of Geosciences*, **12**(18), 566. Doi: 10.1007/s12517-019-4731-3.
- Gumus, V. & Yenigun, K. (2006).** *Evaluation of Lower Fırat Basin Streamflow by Trend Analysis*. Paper presented at the 7th International Congress on Advances in Civil Engineering, October 11-13, 2006 - Yıldız Technical University, Istanbul, Turkey.
- Güner Bacanlı, U. & Tugrul, A.T. (2016).** A climate impact of dam lake and Recep Yazicioglu Gokpinar dam lake sample. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **22**(3), 154-159. doi:10.5505/pajes.2015.94840
- Hadi, S.J., Hadi, A.J., Ismail, K.S., & Tombul, M. (2019).** Homogeneity and Trend Analysis of Rainfall and Streamflow of Seyhan Basin (Turkey). In H. I. Chaminé, M. Barbieri, O. Kisi, M. Chen, & B. J. Merkel (Eds.), *Advances in Sustainable and Environmental Hydrology, Hydrogeology, Hydrochemistry and Water Resources: Proceedings of the 1st Springer Conference of the Arabian Journal of Geosciences (CAJG-1), Tunisia 2018* (pp. 17-19). Cham: Springer International Publishing.
- Hamed, K.H. & Rao, A.R. (1998).** A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of Hydrology*, **204**(1-4), 182-196.
- Kendall, M.G. (1975).** *Rank Correlation Methods*; Charles Griffin: London, 1975.
- Lorenzo-Lacruz, J., Vicente-Serrano, S.M., López-Moreno, J.I., Morán-Tejada, E. & Zabalza, J. (2012).** Recent trends in Iberian streamflows (1945–2005). *Journal of Hydrology*, **414-415**, 463-475. Doi:10.1016/j.jhydrol.2011.11.023.
- Lu, C.H., Dong, X.Y., Tang, J.L. & Liu, G.C. (2019).** Spatio-temporal trends and causes of variations in runoff and sediment load of the Jinsha River in China. *Journal of Mountain Science*, **16**(10), 2361-2378. Doi:10.1007/s11629-018-5330-6.
- Özel, N., Kalaycı, S., Sevimli, M.F. & Büyükyıldız, M. (2014).** Trend analysis of monthly streamflow data by using nonparametric methods in Sakarya River basin. *Selcuk University Journal of Engineering, Science and Technology*
- Pettit, A.N. (1979).** A non-parametric approach to the change-point problem. *Applied Statistics*, **28**(2), 126-135.
- Tekkanat, I.S. & Saris, F. (2015).** Observed long-term trends in river flows of Porsuk Creek Basin. *Turkish Geographical Review*, **64**, 69-83.
- Yuce, S., Ercan, B., Esit, M., Unsal, M. & Yuce, M. I. (2018).** Trend Analysis of Precipitation in Seyhan Basin. *Turkish Water Foundation*, **3**(2), 47-54.
- Zamani, R., Mirabbasi, R., Abdollahi, S. & Jhahharia, D. (2017).** Streamflow trend analysis by considering autocorrelation structure, long-term persistence, and Hurst coefficient in a semi-arid region of Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, **129**(1), 33-45. Doi: 10.1007/s00704-016-1747-4.

***Corresponding author's:**

Hatice CITAKOGLU

Department of Civil Engineering, Erciyes University, Kayseri, TURKEY

E-mail : hcitakoglu@erciyes.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-7319-6006>

Tel :

Fax : +90 (352) 437 57 84

GSM : +90 (537) 982 46 35

Biopestisit Emamektin Benzoat'ın Toprak Azot Mineralizasyonuna Etkileri

Şahin CENKSEVEN^{1*} Burak KOÇAK² Nacide KIZILDAĞ³ Hüsnüye AKA SAĞLIKER⁴ Cengiz DARICI²

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Sarıçam, 01330, Adana, Türkiye.

²Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sarıçam, 01330, Adana, Türkiye.

³Çukurova Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Sarıçam, 01330, Adana, Türkiye.

⁴Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 80000, Osmaniye, Türkiye.

*  <https://orcid.org/0000-0003-2330-8668>,  <https://orcid.org/0000-0003-4144-6079>,  <https://orcid.org/0000-0001-6687-223X>,
 <https://orcid.org/0000-0003-3807-1827>,  <https://orcid.org/0000-0003-0668-4127>

Received date: 19.08.2019

Accepted date: 19.11.2019

Atf yapmak için: Cenkseven, Ş., Koçak, B., Kızıldağ, N., Aka Sağlıkker, H. & Darıcı, C. (2019). Biopestisit emamektin benzoat'ın toprak azot mineralizasyonuna etkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 441-446.

How to cite: Cenkseven, Ş., Koçak, B., Kızıldağ, N., Aka Sağlıkker, H. & Darıcı, C. (2019). Effects of biopesticide emamectin benzoate on nitrogen mineralization in soil. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 441-446.

Öz: Pestisitler toprakta biyokimyasal süreçlerde görev alan mikroorganizmaları ve aktivitelerini doğrudan etkileyerek toprak verimliliğini bozmaktadır. Pestisitlerin topraktaki davranışlarını anlamak için toprak mikroflorası ile topraktaki mikrobiyal olaylara etkisini araştırmak gereklidir. Bu çalışmada, farklı sıcaklık ve nem koşullarında bir insektisit olan emamektin benzoat'ın toprak azot mineralizasyonuna etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, emamektin benzoat'ın tavsiye edilen dozu (TD) ile 2 (TD×2) ve 4 (TD×4) katı tarla kapasitesinin %40 (TK₄₀), %60 (TK₆₀) ve %80'i (TK₈₀) oranlarında nemlendirilen topraklara karıştırılarak 28°C ve 32°C'de 30 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 3., 15. ve 30. günlerinde toprakların azot mineralizasyonları ile oranları belirlenmiştir. Araştırmada, toprakların azot mineralizasyonunun emamektin benzoat uygulaması ile azaldığı belirlenmiştir (Kontrol>TD>TD×2>TD×4). Genel olarak kontrol uygulamasına göre mineralizasyondaki azalışlar TD dozunda istatistiksel olarak önemsiz iken TD×2 ve TD×4 dozlarında önemli düzeydedir (P<0.05). İnkübasyon süresi (3.gün<15.gün<30.gün), sıcaklık (28°C<32°C) ve nem (TK₄₀<TK₆₀<TK₈₀) arttıkça genelde toprak azot mineralizasyon oranları artmıştır. En düşük azot mineralizasyon oranı %1.07 (TD×4, 28°C, TK₄₀) iken en yüksek oran %4.70 (Kontrol, TK₈₀, 32°C) olarak belirlenmiştir. Emamektin benzoat, her iki sıcaklıkta azot mineralizasyonuna benzer etki gösterirken düşük toprak neminde olumsuz etkisi artmıştır. Sonuç olarak, farklı sıcaklık ve nem koşullarında emamektin benzoat'ın TD×2 ve TD×4 uygulaması ile mineralizasyonda rol oynayan mikroorganizmaların inhibisyonu sonucu azot mineralleşme oranının azaldığı ve emamektinin inhibisyon etkisinin zamana bağlı olarak azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Azot mineralizasyonu, emamektin benzoat, pestisit, toksisite.

Effects of Biopesticide Emamectin Benzoate on Nitrogen Mineralization in Soil

Abstract: Insecticides can damage soil fertility by affecting microorganisms that act in biochemical processes in soil and their activities directly. Investigating the effects of insecticides on soil microflora and soil microbial processes are essential to their behaviors in soil. Effect of emamectin benzoate, an insecticide on soil nitrogen mineralization was researched under different temperature and moisture conditions in this study. Soils moistured with 40% (FC₄₀), 60% (FC₆₀) and 80% (FC₈₀) of their field capacity and mixed with recommended dose (RD), its 2 (RDx2) and 4 (RDx4) folds of emamectin benzoate were incubated for 30 days at 28°C and 32°C for this purpose. Soil nitrogen mineralizations and rates were determined on 3th, 15th and 30th days of incubation. In the study, application of emamectin benzoate has decreased soil nitrogen mineralization (Control>RD>RDx2>RDx4). In general, decreases in mineralization at RD dose were statistically non-significant while differences between control and RDx2 and RDx4 were found significant (P<0.05). Rates of soil nitrogen mineralization were generally increased as incubation period (3th day<15th day<30th day), temperature (28°C<32°C) and moisture (FC₄₀<FC₆₀<FC₈₀) increased. Effects of emamectin

benzoate were similar in nitrogen mineralization in both temperatures while its negative effects have increased in low soil moisture. In conclusion, it is determined that nitrogen mineralization rate has decreased by inhibition of microorganisms through RD×2 ve RD×4 applications of emamectin benzoate at different soil moisture contents and temperatures and this inhibition effect of emamectin benzoate decreases as time progress.

Keywords: Emamectin benzoate, nitrogen mineralization, pesticide, toxicity.

GİRİŞ

Günümüzde küresel çapta gözlenen iklim değişiminin topraklarda sıcaklık ve nem rejimini ve bunlara bağlı olarak toprak organik madde mineralizasyonunu kapsayan tüm edafik süreçleri etkileyeceği bildirilmiştir (Kirchsbaum, 2000; IPCC, 2007). Organizmalar için en önemli elementlerden biri azottur. Topraklarda azotun biyolojik yarayışlı formu büyük organik polimerlerin ayrışması yoluyla organik madde mineralizasyonu sonucunda üretilmektedir. Azot mineralizasyonu, toprak organik maddesindeki kompleks azotlu bileşiklerin ayrışma ve transformasyonları sonucu basit inorganik azot formlarına dönüşmesi olarak tanımlanmaktadır. Organik maddenin yapısındaki azot, mikroorganizmalar tarafından önce amonifikasyon ile amonyum azotuna, sonra nitrifikasyon ile nitrat azotuna dönüşmektedir (Güneş & Aktaş, 1992). Mineralizasyon süreci toprak organik maddesinin miktarı ve kalitesi, mikrobiyal biyokütle, mikroorganizma aktivitesi, toprak sıcaklığı ve nemi gibi faktörler tarafından kontrol edilirler (Ünver, 2007).

Kompleks ve dinamik bir yapıya sahip olan toprak mikroorganizmaları besin döngüsü, agregatlaşma ve agrokimyasalların ayrışması gibi toprak süreçlerinde hayati öneme sahip olup ekosistemin dengesini sağlamaktadır. Pestisitler, toprak mikrobiyal komünitelerinin kompozisyonunu değiştirerek toprak sisteminin bozulmasına sebep olmaktadır. Pestisitlerin bu etkisi büyük ölçüde pestisit kimyasal yapısı ve dozuna, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullarına bağlıdır. Toprağın ekolojik nişine ulaşan pestisitler, hem biyotik hem de abiyotik yollarla ayrışmakta olup ayrışma ve detoksifikasyondaki en önemli mekanizma mikrobiyal ayrışmadır. Toprak mikroorganizmaları ihtiyaç duydukları karbon, enerji ve diğer besin elementlerini pestisitler dahil olmak üzere çok çeşitli kimyasal maddeleri ayrıştırarak elde etmektedir. Topraklara uygulanan kimyasalların bu yolla biyolojik olarak ayrışması pestisitleri kullanabilen mikroorganizmaların aktivitelerinde gözle görülebilen bir artışa yol açmaktadır (Das vd., 2016). Pestisit ve türevlerinin toprakta mikrobiyal aktiviteyi arttırdığı (Das & Mukherjee, 2000; Eser vd., 2007), azalttığı (Monkiedje & Spiteller, 2002; Kizildag vd., 2014) veya aktivitede önemli bir değişime yol açmadıkları belirtilmiştir (Cáceres vd., 2009).

Emamectin benzoat ([4''R)-4-deoxy-4''-(methylamino) avermectin B1 benzoate]), topraktaki *Streptomyces avermitilis* bakterisinde doğal olarak bulunan

avermectin moleküllerinden köken alan biyolojik bir insektisittir ((Roberts & Hutson, 1999; Temiz & Kargın, 2019). Lepidopter böceklerinin kontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşük dozlarda etkileyici sonuçlar verdiği için dolayı son zamanlarda toprağa uygulanmasında artış olmuştur. İlacın toprağa uygulanmasının yaprak uygulamasından daha yararlı olduğu ve böylece hem uygulayan kişilere hem de böceklerin doğal düşmanlarına daha az zararlı olduğu bildirilmiştir (Cheng vd., 2015).

Bu çalışmada, emamectin benzoat'ın tavsiye edilen tarla dozu (TD) ile 2 (TD×2) ve 4 (TD×4) katının farklı sıcaklık (28°C ve 32°C) ve nem koşullarında [toprak tarla kapasitesinin %40, %60 ve %80'i oranlarında sulandırılarak (TK₄₀, TK₆₀ ve TK₈₀)] killi bir toprakta azot mineralizasyonuna etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan topraklar Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Çiftliği susam tarlasında 0–10 cm derinlikten Ekim 2016'da (hasat sonrası) alınmıştır. Vertisol ordosuna ait (Celik, 2019) toprak örnekleri, laboratuvarında aynı gün bitki parçaları ve taşlarından arındırılmış, kesekler kırılacak şekilde ezilmiş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprakların bünye tipi hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951), tarla kapasiteleri 1/3 atm basınçlı vakum pompası ile (Demiralay, 1993), toprak pH'sı 1:2.5'lük toprak–su karışımında pH metre ile (Jackson, 1958), toprakların total azot içerikleri Kjeldahl metodu (Bremner, 1965) ve karbon içerikleri Anne metodu (Duchaufour, 1970) ile belirlenmiştir.

Emamectin benzoat (C₅₆H₈₁NO₁₅, ticari adı Hypnose 05 SG, %5 etken madde) tavsiye edilen tarla dozu (0.30 g L⁻¹, TD) ile 2 (TD×2) ve 4 (TD×4) katları topraklara karıştırılmıştır. 2 farklı sıcaklıkta (28°C ve 32°C) topraklar tarla kapasitesinin %40 (TK₄₀), %60 (TK₆₀) ve %80'i (TK₈₀) oranlarında nemlendirilerek 30 gün boyunca azot mineralizasyonları izlenmiştir.

Azot mineralizasyonu için 80 g hava kuru toprak 750 ml'lik kavanoza konup nemlendirilmiş, hava girişini sağlayacak şekilde kavanozların ağzı bezle kapatılmıştır. Dene boyunca toprakların su kaybını telafi etmek için kavanozların üzerlerinde yazılı (kavanoz + toprak + su) ağırlığına kadar 2–3 günde bir damıtık su eklenmiştir. 3., 15.

ve 30. günlerde kavanozlar inkübatörden çıkarılmış, toprak örneğine 200 mL 1 N CaCl₂ çözeltisi ve 2–3 damla toluen (mikrobiyal faaliyeti durdurması için) ilave edilip bir saat çalkalanmış ve süzümüştür. Bu süzükten alınan örneklerde Parnas–Wagner yöntemine göre mineral azot (NH₄+NO₃) distilasyonu yapılmıştır (Domergue, 2001). Toprak mineral azot miktarının toplam azota bölünmesiyle azot mineralizasyon oranları belirlenmiştir (Lemee, 1967; Gökçeoğlu, 1979).

İstatiksel Analiz: Araştırma verilerinin istatistiksel analizi SPSS v20 paket programında Varyans analizi ile yapılmıştır. Emamektin benzoat dozları, nem ve sıcaklık faktörlerine bağlı olarak mineralizasyon sonuçları arasındaki farklılıklar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir. Elde edilen üç tekrarlı veriler tablo ve şekillerde ortalama ±standart hata şeklinde ifade edilmiştir. Karşılaştırmalarda önem düzeyi P<0.05 olarak alınmıştır.

BULGULAR

Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1’de belirtilmiştir. Toprak killi ve hafif bazik özellikte olup tarla kapasitesi %36.69 olarak belirlenmiştir. Toprak organik karbonu %1.41, toplam azot içerikleri %0.12 ve C/N 12.08 olarak saptanmıştır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Tipi	pH	TK	C _{org} (%)	TN	C:N
19.6 (0.06)	30.8 (0.64)	49.6 (0.58)	Killi (C)	8.09 (0.10)	36.69 (1.11)	1.41 (0.01)	0.12 (0.01)	12.08 (0.61)

*Parantez içinde gösterilen rakamlar standart hata değerleridir. C_{org}: organik karbon, TN: toplam azot TK: tarla kapasitesi

Tablo 2. Farklı sıcaklık ve nem koşulları altında emamektin benzoat uygulanmış toprakların amonyum (NH₄-N) ve nitrat (NO₃-N) azotu (ppm) (ortalama±standart hata, n=3).

Sıcaklık		3.gün		15.gün		30.gün								
		NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₃ -N							
28 °C	TK ₄₀	T	7.41 ±0.42	ce	7.33 ±0.33	a	13.23 ±0.37	ac	9.20 ±0.55	a	26.55 ±0.03	fg	11.10 ±0.72	ab
		x1	7.92 ±0.32	be	5.78 ±0.34	ab	12.00 ±0.49	c	8.80 ±0.12	ab	30.71 ±0.33	bd	6.88 ±0.92	b
		x2	9.10 ±0.17	ad	4.48 ±0.18	b	12.67 ±0.83	bc	6.52 ±0.57	cd	23.56 ±0.7	hi	6.81 ±1.39	b
		x4	6.49 ±0.37	e	4.89 ±0.20	b	12.81 ±0.01	ac	5.15 ±0.02	d	22.52 ±0.78	i	9.14 ±1.43	ab
	TK ₆₀	T	9.29 ±0.42	ac	6.22 ±0.10	ab	12.73 ±0.03	bc	9.88 ±0.09	a	34.35 ±0.26	a	7.23 ±1.03	b
		x1	10.48 ±0.37	a	4.53 ±0.21	b	13.03 ±0.39	ac	8.92 ±0.26	ab	32.81 ±0.42	ab	7.45 ±0.91	b
		x2	9.55 ±0.47	ab	5.03 ±0.53	b	14.63 ±0.13	ab	6.44 ±0.3	cd	25.15 ±0.21	gh	10.22 ±0.17	ab
		x4	7.12 ±0.20	de	6.20 ±0.38	ab	12.50 ±0.37	bc	7.61 ±0.36	bc	23.70 ±0.63	hi	9.47 ±0.56	ab
	TK ₈₀	T	10.79 ±0.38	a	5.57 ±0.42	ab	14.90 ±0.6	a	8.82 ±0.01	ab	28.62 ±0.21	df	13.38 ±0.84	a
		x1	9.58 ±0.39	ab	5.86 ±0.17	ab	13.71 ±0.46	ac	8.47 ±0.09	ab	31.24 ±0.37	bc	10.51 ±0.64	ab
		x2	10.82 ±0.32	a	4.76 ±0.74	b	14.19 ±0.43	ab	6.82 ±0.31	c	30.22 ±0.4	ce	11.36 ±0.36	ab
		x4	7.41 ±0.71	ce	6.39 ±0.45	ab	12.69 ±0.02	bc	7.59 ±0.31	bc	28.25 ±0.53	ef	10.02 ±2.33	ab
32 °C	TK ₄₀	T	10.86 ±0.19	ad	6.99 ±0.27	a	13.18 ±0.14	bc	8.74 ±0.51	bc	31.99 ±0.05	c	10.41 ±1.1	ad
		x1	9.21 ±0.11	ce	5.66 ±0.60	ab	13.43 ±0.29	ac	8.46 ±0.48	bd	34.35 ±0.16	b	7.44 ±0.51	ef
		x2	8.13 ±0.10	de	6.40 ±0.40	ab	13.15 ±0.49	c	7.67 ±0.17	be	34.67 ±0.54	b	4.80 ±0.36	f
		x4	6.83 ±0.27	e	4.88 ±0.14	b	13.68 ±0.27	ac	5.95 ±0.5	e	33.63 ±0.05	bc	5.03 ±0.31	f
	TK ₆₀	T	13.35 ±1.33	a	6.21 ±0.42	ab	13.97 ±0.14	ac	9.64 ±0.08	ab	34.54 ±0.37	b	8.53 ±0.04	ce
		x1	10.39 ±0.08	bd	6.27 ±0.40	ab	14.54 ±0.14	ab	7.98 ±0.39	be	34.63 ±0.21	b	8.29 ±0.12	de
		x2	7.92 ±0.22	de	7.24 ±0.01	a	14.05 ±0.07	ac	7.58 ±0.73	be	34.45 ±0.1	b	7.39 ±0.42	ef
		x4	9.07 ±0.68	ce	4.83 ±0.29	b	13.69 ±0.18	ac	6.76 ±0.51	ce	31.99 ±0.42	c	9.84 ±0.35	be
	TK ₈₀	T	13.11 ±0.66	ab	6.55 ±0.02	ab	13.75 ±0.52	ac	10.86 ±0.21	a	37.18 ±0.94	a	13.16 ±0.07	a
		x1	11.60 ±0.05	ac	5.72 ±0.60	ab	13.75 ±0.35	ac	9.44 ±0.42	ab	34.35 ±0.26	b	11.23 ±1.33	ac
		x2	11.14 ±0.27	ac	5.66 ±0.06	ab	14.79 ±0.04	a	6.55 ±0.04	de	32.81 ±0.42	bc	11.88 ±0.24	ab
		x4	7.93 ±1.05	de	6.26 ±0.02	ab	13.97 ±0.06	ac	6.47 ±0.32	de	34.35 ±0.37	b	8.36 ±0.38	ce

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a,b,c, d, e, f, g, h, i) dozlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Tüm uygulamalarda amonyum azotu 30 günlük inkübasyon sonunda en yüksek seviyeye ulaşmış iken nitrat azotu önemli düzeyde bir artış göstermemiştir. Artan sıcaklık ve toprak nemi ile toprakların amonyum ve nitrat azotu artmıştır. Genel olarak emamektin benzoat uygulanan toprakların amonyum ve nitrat azotu kontrole göre daha düşük olup önemsiz düzeydedir. İnkübasyonun 3. ve 15. günleri ile kıyaslandığında 30. günde emamektin uygulamasının toprağın amonyum ve nitrat azotu miktarına negatif etkisi azalmaktadır (Tablo 2).

Azot mineralizasyon oranları: Sıcaklık, toprak nemi ve inkübasyon süresi toprak azot mineralizasyon oranlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir. Toprak azot mineralizasyon oranları inkübasyon süresi (3. gün <15. gün <30. gün), sıcaklık (28°C<32°C) ve nem (TK₄₀<TK₆₀<TK₈₀) arttıkça artmıştır. Ancak emamektin benzoat uygulanmış topraklarda tüm sıcaklık ve nem koşullarında azot mineralizasyonu kontrol uygulamasına göre azalmıştır (TD×4<TD×2<TD<Kontrol). En düşük ve en yüksek azot mineralizasyon oranları TK₄₀'ta TD×4 dozunda ve TK₈₀'de kontrol uygulamalarında belirlenmiş olup bu oranlar 28°C'de %1.07 ile %3.97 ve 32°C'de %1.10 ile %4.70 arasındadır (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı sıcaklık ve nem koşullarında emamektin benzoat uygulanmış toprakların 3. 15. ve 30 günlük azot mineralizasyon oranları (%) (ortalama±standart.hata, n=3).

Sıcaklık		TK ₄₀	TK ₆₀	TK
3. gün	Kontrol	1.38±0.03 Ba	1.45±0.04 ABa	1.53±0.02 Aa
	TD	1.28±0.02 Ba	1.40±0.01 Aa	1.44±0.04 Aa
	TD×2	1.27±0.02 Ca	1.36±0.02 Ba	1.46±0.03 Aa
	TD×4	1.07±0.07 Bb	1.24±0.01 ABb	1.29±0.04 Ab
28 °C	Kontrol	2.10±0.01 Ba	2.11±0.02 Ba	2.22±0.01 Aa
	TD	1.94±0.02 Bb	2.05±0.02 Aab	2.07±0.02 Aab
	TD×2	1.79±0.02 Bc	1.97±0.02 Abc	1.97±0.04 Abc
	TD×4	1.68±0.02 Bd	1.88±0.05 Ac	1.90±0.05 Ac
30. gün	Kontrol	3.52±0.11 Ba	3.89±0.17 Aa	3.92±0.07 Aa
	TD	3.52±0.04 Ba	3.76±0.04 Aa	3.90±0.04 Aa
	TD×2	2.84±0.04 Cb	3.31±0.05 Bb	3.89±0.06 Aa
	TD×4	2.96±0.04 Bb	3.10±0.04 Bb	3.58±0.05 Ab
3. gün	Kontrol	1.67±0.03 Ba	1.83±0.04 Aa	1.87±0.03 Aa
	TD	1.39±0.03 Bb	1.56±0.01 ABb	1.62±0.07 Ab
	TD×2	1.36±0.01 Bb	1.42±0.02 Bc	1.57±0.02 Ab
	TD×4	1.10±0.03 Bc	1.30±0.02 Ad	1.32±0.04 Ac
32 °C	Kontrol	2.05±0.04 Ba	2.21±0.02 Aa	2.30±0.08 Aa
	TD	2.05±0.04 Ba	2.11±0.09 ABab	2.17±0.03 Ab
	TD×2	1.95±0.03 Aab	2.02±0.03 Abc	2.00±0.09 Ac
	TD×4	1.83±0.02 Ab	1.91±0.05 Ac	1.91±0.05 Ac
30.gün	Kontrol	3.97±0.05 Ba	4.03±0.04 Ba	4.70±0.06 Aa
	TD	3.91±0.05 Ba	4.01±0.08 ABa	4.26±0.03 Ab
	TD×2	3.69±0.03 Cb	3.91±0.05 Ba	4.18±0.04 Abc
	TD×4	3.62±0.04 Bb	3.91±0.05 Aa	3.99±0.06 Ac

Aynı sütunlardaki farklı büyük harfler (A,B,C) neler, aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) dozlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Toprak nemindeki artışı ile toprakların azot mineralizasyon oranı artmıştır. Toprakların mineralizasyon

oranları TK₄₀ nem düzeyinde TK₆₀ ve TK₈₀'e göre daha düşüktür. TK₄₀ ile TK₈₀ uygulamaları arasındaki mineralizasyon farkı önemli (P<0.05) iken genelde TK₆₀ ile TK₈₀ arasında önemsiz düzeydedir (P>0.05). Toprak neminin mineralizasyona olumlu etkisinin yanında sıcaklık artışı ile toprakların mineralizasyon oranı artmış ve aynı zamanda uygulanan emamektinin mineralizasyona olumsuz etkisi azalmış görülmektedir (Tablo 3).

İnkübasyonun 3., 15. ve 30. günlerinde, tüm nem koşullarında emamektin benzoat (TD, TD×2 ve TD×4) uygulanan toprakların azot mineralizasyon oranları kontrole göre daha düşüktür (Tablo 3). Bu azalışlar inkübasyonun 3. gününde 32°C'de tüm dozlarda, 28°C de ise sadece TD×4 dozlarında istatistiksel olarak önemli düzeydedir (P<0.05). İnkübasyonun 15. ve 30. günlerinde, her iki sıcaklıkta TD×2 ve TD×4 dozlarında mineralizasyon oranları önemli düzeyde azalmıştır (P<0.05). Toprağa uygulanan emamektin dozu arttıkça azot mineralizasyonu azalmış ve her koşulda en yüksek azalışlar TD×4 dozunda gerçekleşmiştir. Her iki sıcaklıkta, TD×4 pestisit uygulaması ile toprakların 3, 15 ve 30 günlük ortalama azot mineralizasyon oranlarının kontrole göre azalışları sırasıyla 28°C'de %17.5 %15.2 ve %14.9 iken 32°C'de %30.8, %13.6 ve %8.9 olmuştur. Shultz, (2010) tarafından emamektin benzoat'ın toprak mikroflora aktivitesi üzerindeki etkilerini tespit etmek amacıyla yapılan 28 günlük inkübasyon çalışmasında, önerilen dozda uygulanan emamektin benzoat'ın toprakların azot mineralizasyonuna önemli düzeyde bir etki göstermediğini ifade edilmiştir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından gerçekleştirilen pestisit risk değerlendirmesinde, tarla kapasitesinin %40-60 arasında nemlendirilen topraklara emamektin benzoat uygulanmış toprakların azot mineralizasyonunun 7. günde kontrol uygulamasına göre %13.2 azaldığını, 28. günden sonra bu etkinin %25 den küçük olduğunu belirlemişlerdir (EFSA, 2012).

Hem kontrol hemde emamektin benzoat uygulanmış toprakların azot mineralizasyon oranları 30 günlük inkübasyon süresince artarak ilerlemiştir. Ancak zamanla kontrol ile emamektin benzoat uygulanan toprakların mineralizasyon oranları arasındaki fark azalmıştır. Burada, emamektin benzoat'ı kullanabilecek mikroorganizmaların baskılandığı ancak zamanla bu duruma adapte oldukları söylenebilir. Ayrıca yüksek sıcaklık ile emamektin benzoat'ın biyolojik ve kimyasal olarak daha hızlı ayrıştığı ifade edilebilir. Chukwudebe vd., (1997) emamektin benzoat'ın toprakta biyoayrışabilir olduğunu ve mineralize olabileceğini ifade etmişlerdir. Hussein vd., (2012) bazı pestisitlerin toprak mikroorganizmalarına toksisitesini belirlemek için yaptıkları çalışmada, önerilen dozda emamektin benzoat uygulaması ile bakteri popülasyonunun inkübasyonun başlangıcında olumsuz etkilendiği ancak zamanla etkinin azalarak bakterilerin hızla iyileştiğini belirlemişlerdir.

SONUÇ

Genel olarak, farklı sıcaklık ve nem koşullarında emamektin benzoat'ın TD×2 ve TD×4 uygulamaları mineralizasyonda rol oynayan mikroorganizmalara olumsuz etkiye neden olmuş ve toprakta azot mineralizasyon oranları kontrol uygulamasına göre azalmıştır (Kontrol > TD > TD × 2 > TD × 4). Sıcaklık, nem düzeyi ve inkübasyon süresi arttıkça azot mineralizasyonu artmıştır. Bununla birlikte, her iki sıcaklıkta, emamektin benzoat'ın azot mineralizasyonuna etkisinin benzer olduğu ve düşük toprak neminde mineralizasyonda rol oynayan mikroorganizmalara olan inhibisyon etkisinin arttığı, ayrıca emamektinin inhibisyon etkisinin inkübasyon süresince azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2016-7627 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Bouyoucos, G.S. (1951).** A recalibration of the hydrometer for mohing mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, **43**, 434-438.
- Bremner, J.M. (1965).** Total nitrogen. In: Black C.A. (Ed). *Methods of soil analysis*. Part 2, Agronomy 9, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA. 1149-1178p.
- Cáceres, T.P., He, W., Megharaj, M. & Naidu, R. (2009).** Effect of insecticide fenamiphos on soil microbial activities in Australian and Ecuadorean soils. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, **44**(1), 13-17.
- Cheng, X.K., Liu, X.M., Wang, H.Y., Ji, X., Wang, K., Wei, M. & Qiao, K. (2015).** Effect of emamectin benzoate on root-knot nematodes and tomato yield. *Plos One*, **10**(10), e0141235. Doi: /10.1371/journal.pone.0141235.
- Chukwudebe, A.C., Atkins, R.H. & Wislocki, P.G. (1997).** Metabolic fate of emamectin benzoate in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **45**, 4137-4146.
- Celik, I. Gunal, H., Acar, M., Acir, N., Bereket Barut, Z. & Budak, M. (2019).** Strategic tillage may sustain the benefits of long-term no-till in a vertisol under Mediterranean climate. *Soil and Tillage Research*, **185**, 17-28.
- Das, A.C. & Mukherjee, D. (2000).** Influence of insecticides on microbial transformation of nitrogen

and phosphorus in typic orchraqualf soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **48**, 3728-3732.

- Das, R., Das, S.J. & Das, A.C. (2016).** Effect of synthetic pyrethroid insecticides on N₂-fixation and its mineralization in tea soil. *European Journal of Soil Biology*, **74**, 9-15.
- Demiralay, I. (1993).** *Toprak fiziksel analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 143, Erzurum, 78-89s.
- Domergue, M. (2001).** *Impact du réchauffement climatique sur le parcours phénologique d'espèces/variétés dans la vallée du Rhône*. Mémoire ESITPA, travail effectué à l'unité CSE de l'INRA d'Avignon. Avignon-France, 72p.
- Duchaufour, P. (1970).** *Precis de Pedologie*. Masson et Cie, Editeurs, Paris. 435-437p.
- Eser, F., Aka Sağlık, H. & Darıcı, C. (2007).** The effects of glyphosate isopropylamine and trifluralin on the carbon mineralization of olive tree soils. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **31**, 297-302.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2012).** Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance [emamectin]. *EFSA Journal*, **10**(11), 2955. Doi: 10.2903/j.efsa.2012.2955.
- Gökçeoğlu, M. (1979).** Bazı bitki organlarındaki azot, fosfor ve potasyumun bir vejetasyon periyodundaki değişimi. *Doğa Tarım ve Ormancılık*, **3**, 192-199.
- Güneş, A. & Aktaş, M. (1992).** Kireçli bir toprakta N-servin nitrifikasyon oranı ve azot kaybı üzerine etkisi. *Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, **16**, 501-506.
- Hussien, N.M., Shaheen, F.A.H., Shaker, M.H., Kady, M.M.I. & Negm, S.E. (2012).** Field and laboratory studies for evaluating the toxicity of some pesticides on soil microorganisms. *Mansoura Journal of Plant Protection and Pathology*, **3**(7), 701-715.
- IPCC WG1, Climate Change (2007).** *The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge-England.
- Jackson, M.L. (1958).** *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1498p.
- Kizildag, N., Sağlıker, H., Cenkseven, S., Darıcı, C. & Kocak, B. (2014).** Effects of imazamoxon soil carbon and nitrogen mineralization under Mediterranean climate. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **39**, 334-339.
- Kirchsbbaum, M.U.F. (2000).** Will changes in soil organic carbon act as a positive or negative feedback on global warming? *Biogeochemistry*, **48**, 21-51.
- Lemee, G. (1967).** Investigations sur la mineralisation de l'azote et son evolution annuelle dans des humus forestiers in situ. *Oecologia Plantarum*, **2**, 285-324.

- Monkiedje, A. & Spiteller, M. (2002).** Effects of the phenylamide fungicides, mefenoxam and metalaxyl, on the biological properties of sandy loam and sandy clay soils. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 393-398.
- Roberts, T.R. & Hutson, D.H. (1999).** *Metabolic Pathways of Agrochemicals*. The Royal Society of Chemistry, UK, 871p.
- Schulz, L. (2010).** Emamectin benzoate WG (A16955H) - Effects on the Activity of Soil Microflora (Nitrogen and Carbon Transformation Tests). BioChem Agrar, Gerichshain, Germany. Report no. 10 10 48 006 C/N. OECD 216, OECD 217.
- Temiz, Ö. & Kargın, F. (2019).** Biyopestisit emamektin benzoat'ın *Oreochromis niloticus*'un dokularında toksik etkilerinin asetilkolinesteraz enzim aktivitesiyle belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(1), 34-38. Doi: <https://doi.org/10.35229/jaes.529216>

- Ünver, M.C. (2007).** *Murat dağı (Uşak, Kütahya) alpin ve subalpin bölgesinin bazı bitki topluluklarında azot dönüşümleri üzerinde araştırmalar*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa, Türkiye.

***Corresponding author's:**

Şahin CENKSEVEN

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Sarıçam, 01330, Adana, Türkiye

✉E-mail: scenkseven@cu.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-2330-8668>

Telefon : +90 (322) 338 60 84

Çinko Oksit Nanopartikülleri ve Çinko Sülfatın *Oreochromis niloticus*'un Kan Dokusunda Bazı Biyokimyasal Parametreler üzerine Etkisi^[*]

Ecem PALANDÖKENLİER¹ Ferit KARGIN^{2*}

¹Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü.

 <https://orcid.org/0000-0002-0400-5744>

²Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sarıçam/Adana.

 <https://orcid.org/0000-0003-4315-5689>

Received date: 08.10.2019

Accepted date: 22.11.2019

Atf yapmak için: Kargin, F. (2019). Çinko Oksit Nanopartikülleri ve Çinko Sülfatın *Oreochromis niloticus*'un Kan Dokusunda Bazı Biyokimyasal Parametreler üzerine Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 447-453.

How to cite: Kargin, F. (2019). The Effects of Zinc Oxide Nanoparticles and Zinc Sulphate on Some Biochemical Parameters in Blood Tissue of *Oreochromis niloticus*. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 447-453.

Öz: Bu çalışmada, *Oreochromis niloticus*'un kan dokusunda çinko oksit nanopartikülleri ve çinko sülfatın biyokimyasal parametreler üzerine etkileri incelenmiştir. Kan dokusunda biyokimyasal parametreleri (Glikoz, Total Protein, Kolesterol, Trigliserit, Kortizol) belirlemek için balıklar 48 saat ve 28 gün boyunca 0.5 mg / L ve 1.5 mg / L ZnONP ve 0.5 mg / L and 0.5 mg / L ZnSO₄'e maruz bırakılmıştır. *O. niloticus*'da ZnONP ve ZnSO₄ serum parametreleri ve enzim aktivitelerinde değişikliğe neden olmuştur. 28 günlük deney süresi sonunda hem ZnSO₄ hemde ZnO NP'ye maruz kalan balıkların serum trigliserid ve kortizol düzeyleri artarken serum kolesterol düzeyleri kontrole oranla azalmıştır. Serum glikoz ve total protein düzeyleri, maruz kalma süresinin sonunda sadece ZnSO₄'ün etkisinde artmıştır.

Anahtar sözcükler: Çinko, nanopartikül, *O. niloticus*, serum parametreleri.

The Effects of Zinc Oxide Nanoparticles and Zinc Sulphate on Some Biochemical Parameters in Blood Tissue of *Oreochromis niloticus*

Abstract: In this study, effects of zinc oxide nanoparticles and zinc sulphate on biochemical parameters and enzyme activity in blood tissue of *Oreochromis niloticus* were investigated. The fish were exposed to 0.5 mg / L and 1.5 mg / L ZnONP and 0.5 mg / L and 1.5 mg / L ZnSO₄ for 48 hours and 28 days to determine biochemical parameters (Glucose, Total Protein, Cholesterol, Triglyceride, Cortisol) in blood tissue. In *O. niloticus*, serum parameters and enzyme activities were changed with the effect of ZnONP and ZnSO₄. At the end of the 28th day, in both ZnSO₄ and ZnONP-exposed fish serum triglyceride and cortisol levels increased, while serum cholesterol levels decreased compared with control. Serum glucose and total protein levels increased in the influence of ZnSO₄ at the end of the exposure period.

Keywords: Nanoparticles, *O. niloticus*, serum parameters, zinc..

[*] Bu araştırma Yüksek Lisans çalışmasından üretilmiştir.

[*] This research was produced from the Master's study.

GİRİŞ

Ağır metallerin, metabolik ve fizyolojik, davranışsal ve ekolojik olarak balıklar üzerinde geniş bir etkiye sahiptirler. Gözlenen etkiler arasında, ozmoregülasyon, solunum bozukluğu, doku hasarı ve enerji kaynaklarının azaltılması sayılabilir.

Nanoteknoloji ve nanomateryallerin kullanımı, bilim ve teknolojide nispeten yeni olup, küresel piyasa değerleri artan bir eğilim göstermektedir. Nanoteknoloji endüstrisindeki mevcut büyüme ve artan sayıda nanopartiküllerin (NP) üstün özelliklerini kullanan ürünlerin sayısı, küresel ekonomide son derece önemli hale gelmiştir.

Metal oksit nanoparçacıklarının kullanımının hızla artması, bu parçacıkların çevreye kontrolsüz olarak bırakılmasına neden olmaktadır. Günümüzde, bazı nano parçacıklar su ekosistemlerinde belirlenmiştir (Klaine vd., 2008; Scown vd., 2010 a, b). Su ekosistemleri ve sudaki besin zincirini oluşturan su organizmaları, antropojenik faaliyetlerden salınan nanoparçacıkların etkileri nedeniyle risk altındadır (Gottschalk vd., 2013).

Çinko oksit (nano-ZnO) partikülleri tipik metal oksit NP'leridir ve bunlar yanmaz ve kokusuz beyaz tozlardır. Çinko oksit nanopartikülleri (ZnO NP), biyomedikal uygulamalar, güneş pilleri, LCD'ler, elektrik, optik, biyosensör, seramik, gıdalar ve kozmetik gibi çok çeşitli ürünlerdeki en yaygın kullanılan metal oksit nano partiküllerinden biridir (Vaseem vd., 2010).

Suda yaşayan organizmaların NP'lere maruz kalması, biyokimyasal bozulmalara ve / veya adaptif tepkilere neden olabilir ve buna biyolojik yanıtlar veya biyomarkırlar, su organizmalarının sağlık durumunu değerlendirmek için kullanılmaktadırlar (Zhu vd., 2008; Binelli vd., 2009; Lu vd., 2011). Hematolojik, biyokimyasal ve iyon regülasyon biyomarkırlarının analizi, toksik maddenin etki mekanizmasını ve stres koşulları altında organizmaların fizyolojik durumlarını belirlemek için yaygın olarak kullanılır (Kavitha vd., 2010; Saravanan vd., 2011; Sathya vd., 2012; Ambili vd., 2013).

Metal çeşidine, balık türüne, su kalitesine ve etkide kalma süresine bağlı olarak bazı metallerin hemoglobin, hematokrit, plazma proteini, plazma ozmolalitesi, kortizol, glikoz ve kan enzimlerini arttırıp azaltabileceği gösterilmiştir (Cyriac vd., 1989; Munoz vd., 1991). Bu parametrelerin çoğu, metallerin subletal konsantrasyonlarına maruz kaldıktan sonra hızla tepki verirler. Hayvan, stres etmenini telafi edebiliyorsa veya uzaklaştırabiliyorsa, bu tepki geçicidir (Thomas, 1990). Biyokimyasal parametreler arasında plazma glikozu ve protein toksik stresin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kavitha vd., 2010).

Çinko nanopartiküllerinin ve çinko sülfatın 0.5 ve 1.5 mg/L derişimlerinin 4 ve 28 günlük sürelerle *Oreochromis niloticus*'un, serum parametreleri (Glikoz, Total

Protein, Kolesterol, Trigliserit, kortizol) üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır

MATERYAL VE METOT

Araştırmada kullanılan *O. niloticus* Çukurova Üniversitesi Su ürünleri Fakültesi üretim havuzlarından alınarak Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Ekofizyoloji laboratuvarına getirilen balıklar her biri 40x120x40 cm boyutlarındaki stok akvaryumlar içerisinde 2 ay süreyle laboratuvar ortam koşullarına adaptasyonları sağlanmıştır. Bu süre sonunda deneyde kullanılan balıklar 17.50±1.40 cm boy ve 94.65±4.21 g ağırlığa ulaşmışlardır. Yerel Etik Kurulu ilkelerine uyulmuştur.

Deneyler 25±1°C sıcaklıkta yürütülmüş, akvaryumlar merkezi havalandırma sistemi ile havalandırılmış ve günde 12 saat aydınlanma, 12 saat karanlık periyodu uygulanmıştır. Balıklar, günde iki kez olmak üzere hazır balık yemi (Pınar Balık Yemi, Türkiye) ile beslenmişlerdir.

Deneyler için ZnONP her gün taze stok solüsyon şeklinde hazırlanmıştır. Stok solüsyonda ultra saf su (18 MΩ/cm) kullanılarak vorteks ile 6 saat karıştırılarak çözüldürülmüştür. Örneklerin NP boyutu ve yüzey yükünün belirlenmesi için analizi yapılmış ve karakteristik özellikleri taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile stok solüsyon ve yüksek doz ZnONP 1.5 mg/L etkisindeki akvaryum çözeltilisinden belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. ZnO-NP'nin taramalı elektron mikroskop (SEM) ile ölçüm sonuçları.

Partikül karakterleri	Metot	Mili-Q Saf Su	Çeşme Suyu
Büyüklik (nm)	TEM	<100nm*	
Partikül Büyüklik Ayırımı (nm)	SEM	85.5±7.3	11±8,7

*sigma aldrich katalogundaki ZnO-NP değeri

Deneyler, ZnONP ve ZnSO₄ dikkate alınarak iki seri olarak yürütülmüştür. Balıklar birinci seride ZnONP'nin 0.5 ve 1.5 mg/L derişimlerine, ikinci seride ZnSO₄'un 0.5 ve 1.5 mg/L ortam derişimlerinin etkisine 4 ve 28 gün sürelerle bırakılmıştır.

Deneylerde 40X120X40 cm. boyutlarında olan 5 cam akvaryum kullanılmıştır. Her bir akvaryuma 12 balık konulmuş, toplamda 60 balık kullanılmıştır. Birinci seride bu akvaryumlardan ikisine 120'şer litre 0.5 ve 1.5 mg/L ZnONP çözeltileri, ikinci serideki akvaryumlardan ikisine ZnSO₄'un 0.5 ve 1.5 mg/L lik çözeltilerinden 120'şer litre konulmuştur. Beşinci akvaryuma ise metal içermeyen çeşme suyu konulup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Deneyler üç tekrarlı olarak yürütülmüştür ve her tekrarda iki balık kullanılmıştır. Deney çözeltilerinin hazırlanmasında bakır sülfat (Sigma Aldrich, ZnSO₄:5H₂O) ve çinko oksit nanopartikülü (Sigma-Aldrich; ZnO; partikül boyutu <100nm) kullanılmıştır

Belirlenen her sürenin sonunda balıklar çeşme suyu ile iyice yıkanmış ve kurutma kâğıdı ile yüzeylerinde bulunan su damlacıkları alınmıştır. Balıklar kuyruk bölgesinden kesilerek dorsal aortadan kanları alınmıştır. Kan örnekleri içinde herhangi bir madde bulunmayan içi boş tüplere alınmıştır.

Serum parametreleri belirlenmesi amacıyla tüplere alınan kan örnekleri, 3000 rpm’de 10 dakika süreyle santirfüj (Hettich EBA 8S) edilmiştir. Elde edilen serum örnekleri eppendorf tüplerine alınmış ve analize hazır hale getirilmiştir. Serum parametrelerinin analizlerinde Ç.Ü. Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi Merkez Laboratuvarındaki Beckman Coulter UniCel DXI 800 ve AU5800 marka otoanalizator cihazları kullanılmıştır.

İstatistiksel Analiz: Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizleri “Regresyon analizi” ve “Student-Newman Keul’s Test (SNK)” testleri SPSS 21 paket programı uygulanarak yapılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada; ZnO NP ve ZnSO₄ ‘nin 4 ve 28 gün sürelerle *O. niloticus*’da serum parametreleri (Glikoz, Total Protein, Kolesterol, Trigliserit, Kortizol) üzerine etkileri belirlenmiştir.

ZnONP ve ZnSO₄’ın etkisindeki serum glikoz düzeyi 4 günlük etki süresi sonunda tüm derişimlerde kontrole göre önemli bir değişim göstermediği, 28 günlük etki süre sonunda ise sadece ZnSO₄ etkisinde her iki derişimde de kontrole göre bir artış gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 2; P<0.05).

Tablo 2. ZnONP ve ZnSO₄’ün etkisine bırakılan *O. niloticus*’da serum glikoz düzeyleri (mg/dL).

Derişim	Süre (Gün)	
	4	28
Kontrol	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$
0.5 mg/L ZnO NP	32.00±1.52 xa	31.00±0.57 xa
1.5 mg/L ZnO NP	32.33±0.88 xa	32.66±2.90 xa
Kontrol	33.66±1.30 xa	35.33±1.48 xa
0.5 mg/L ZnSO ₄	32.00±1.52 xa	31.00±0.57 xa
1.5 mg/L ZnSO ₄	35.66±0.66 xa	35.33±0.57 ya
1.5 mg/L ZnSO ₄	32.66±1.45 xa	36.33±1.20 ya

*SNK; x ve y harfler derişimler arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında düzeyinde istatistik ayırım vardır (P < 0.05).

$\bar{X} \pm s\bar{x}$: Aritmetik ortalama ± Standart Hata

ZnONP ‘in etkisindeki serum total protein düzeyi 4 günlük etki süresi sonunda denenen her iki derişimde de kontrole göre önemli bir değişim göstermezken, ZnSO₄ etkisinde her iki ortam derişiminde kontrole göre artmıştır. 28 günlük etki süre sonunda ise sadece ZnSO₄ etkisinde hem 0.5 mg/L hemde 1.5 mg/L’lik ortam derişimlerinde kontrole göre artış gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3; P<0.05).

Tablo 3. ZnONP ve ZnSO₄’ün etkisine bırakılan *O. niloticus*’da serum total protein düzeyleri (g/dL).

Derişim	Süre (Gün)	
	4	28
Kontrol	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$
0.5 mg/L ZnO NP	2.80±0.57 xa	2.40±0.20 xa
1.5 mg/L ZnO NP	2.76±0.23 xa	2.65±0.10 xa
Kontrol	2.70±0.05 xa	2.76±0.26 xa
0.5 mg/L ZnSO ₄	2.80±0.57 xa	2.40±0.20 xa
1.5 mg/L ZnSO ₄	3.46±0.08 ya	3.80±0.05 yb
1.5 mg/L ZnSO ₄	3.73±0.16 ya	3.56±0.08 ya

*Kısaltmalar Tablo 1’de kullanıldığı gibidir.

Denene her iki süre sonunda hem ZnONP hemde ZnSO₄ etkisinde denenen tüm ortam derişimlerinde serum total kolesterol düzeyleri kontrole göre azalış gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 4; P<0.05).

Tablo 4. ZnONP ve ZnSO₄’ün etkisine bırakılan *O. niloticus*’da serum total kolesterol düzeyleri (mg/dL).

Derişim	Süre (Gün)	
	4	28
Kontrol	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$
0.5 mg/L ZnO NP	345.33±9.68 xa	321.33±7.05 xa
1.5 mg/L ZnO NP	255.66±19.8 ya	233.66±12.5 ya
Kontrol	274.60±6.96 ya	220.83±3.63 yb
0.5 mg/L ZnSO ₄	345.33±9.68 xa	321.33±7.05 xa
1.5 mg/L ZnSO ₄	279.33±5.66 ya	216.66±4.05 yb
1.5 mg/L ZnSO ₄	264.60±13.8 ya	209.66±4.25 yb

*Kısaltmalar Tablo 1’de kullanıldığı gibidir.

Hem ZnONP hemde ZnSO₄ ‘in etkisindeki serum trigliserid düzeyi 4 günlük etki süresi sonunda denenen tüm derişimlerde kontrole göre önemli bir düzeyde artmıştır (Tablo 4; P<0.05). Bu artış ZnONP ve ZnSO₄’ün düşük ve yüksek derişimleri arasında da istatistiksel ayırım göstermiştir. 28 günlük etki süre sonunda ise hem ZnONP hemde ZnSO₄ etkisinde denenen tüm ortam derişimlerinde serum trigliserid düzeyleri kontrole göre artış göstermiştir (Tablo 5; P<0.05).

Tablo 5. ZnONP ve ZnSO₄’ün etkisine bırakılan *O. niloticus*’da serum trigliserid düzeyleri (mg/dL).

Derişim	Süre (Gün)	
	4	28
Kontrol	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$
0.5 mg/L ZnO NP	197.1±3.76 xa	220.2±6.75 xa
1.5 mg/L ZnO NP	326.3±3.85 ya	359.7±12.3 ya
Kontrol	353.3±1.66 za	367.9±21.4 ya
0.5 mg/L ZnSO ₄	197.1±3.76 xa	220.2±6.75 xa
1.5 mg/L ZnSO ₄	432.0±8.14 ya	458.8±9.09 ya
1.5 mg/L ZnSO ₄	379.8±13.1 za	453.5±6.33 yb

*Kısaltmalar Tablo 1’de kullanıldığı gibidir.

Hem ZnONP hemde ZnSO₄ 'ın etkisindeki serum kortizol düzeyi her iki süre sonunda denenen tüm ortam derişimlerinde kontrole göre önemli bir düzeyde arttığı belirlenmiştir (Tablo 6; P<0.05).

Tablo 6. ZnONP ve ZnSO₄'ün etkisine bırakılan *O. niloticus*'da serum kortizol düzeyleri (µg/dL).

Derişim	Süre (Gün)	
	4	28
	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$	$\bar{X} \pm s\bar{x} *$
Kontrol	2.24±0.29 xa	2.06±0.10 xa
0.5 mg/L ZnO NP	3.35±0.39 ya	3.38±0.33 ya
1.5 mg/L ZnO NP	4.02±0.08 ya	3.67±0.45 ya
Kontrol	2.24±0.29 xa	2.06±0.10 xa
0.5 mg/L ZnSO ₄	5.10±0.60 ya	4.91±0.26 ya
1.5 mg/L ZnSO ₄	5.00±0.15 ya	4.75±0.05 ya

*Kısaltmalar Tablo 1'de kullanıldığı gibidir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada 1.5 mg/L ZnONP ve ZnSO₄'ın ortam derişimlerinde deneylerin sona erdirildiği 28 günlük süre içerisinde balıklarda ölüm gözlenmemiştir. *O. niloticus* ile yürütülen bu araştırmada ZnONP ve ZnSO₄ etkisinde 28 günlük deney süresince balıklarda besini değerlendirmeme, akvaryum dibinde kümeleşme ve yüzme hareketlerinde dengesizlik gibi davranış değişiklikleri görülmüştür. ZnONP'nin yüksek konsantrasyonlarının (50.0 mg/L) etkisine bırakılan *Cyprinus carpio* balıkları ilk günlerde olağandışı davranışlar sergilediği belirlenmiş, buna ek olarak, balıkların suda aşırı derecede mukus salgıladıkları saptanmıştır (Hao & Chen, 2012).

Ağır metaller ve metal nanopartiküller hemen tüm organizmalarda vücuda deri, besin ve solungaç yoluyla alınmakta ve kan yoluyla iç organlara taşınarak dokularda biriktirilebilmektedir (Bury vd., 2003; Handy vd., 2008; Hao vd., 2013).

Biyokimyasal parametreler, stres araştırması için hassas parametreler olarak kabul edilmekte ve balıklarda çevresel stresin hassas bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Kavitha vd., 2010). Suda yaşayan organizmada metaller, hücrenin normal işleyişini bozabilmekte bu da hayvanların biyokimyasal mekanizmalarında değişikliklere neden olmaktadır (Çoğun & Kargın, 2019). Sudaki kirlenici maddelerin karbonhidrat mekanizması üzerindeki etkisi, glikoz, glikojen ve laktik asit içeriğinde değişiklikleri içermektedir (Sathya vd., 2012).

Glikoz, bir organizmanın stresli durumunu değerlendirmek için en hassas indekslerden biridir; kandaki yüksek konsantrasyonu bir balığın stres altında olduğunu ve enerji rezervlerini (karaciğer ve kaslardaki glikojen) yoğun olarak kullandığını gösterir (Lee vd., 2014). Serum glikoz düzeylerindeki değişiklikler stres tepkisinin ikincil bir markırı olarak kabul edilir (Toa vd., 2004) ve çevre kirlenicilerine maruz kalan organizmalarda sıklıkla ölçülür. Glikoz, yüksekliği ağır metaller de içeren birçok stres

faktörüne karşı ilk tepki olarak ortaya çıkar ve kortikosteroidler tarafından salınır (Chaudhry, 1984). Cd'un etkisine bırakılan *Tilapia zilli*'de glikoz düzeyi metal derişimine ve süreye bağlı olarak artmıştır (Ghazaly, 1992). Bakırın etkisine bırakılan *O. niloticus*'da, etkide kalma süresi boyunca plazma glikoz düzeyleri belirgin olarak arttığı belirtilmiştir (Monteiro vd., 2005). ZnONP'lere maruz bırakılan *O. niloticus* balıklarında kan glikoz düzeyindeki artışların, ZnONP'lerin neden olduğu strese bağlı olduğunu (Farsania vd., 2017) ve artan enerji talebini yansıttığını belirtmişlerdir (Barton, 2002). ZnONP'lere 12 hafta boyunca maruz bırakılan *C. carpio*'da serum glikoz düzeyinde arttığı ve glikoz düzeyindeki bu artışın, ZnONP'lere uzun süre maruz kalınması sonucu oluşan karaciğer hasarıyla ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir (Lee vd., 2014). AgNO₃ akut ve subletal etkisine bırakılan *Cirrhinus mrigala* balıklarında serum glikoz düzeyindeki artışın, gümüşün neden olduğu artan metabolik talepler için enerji sağlamak amacıyla olduğu belirtilmiştir (Sathya vd., 2012). Bu araştırmada da ZnONP'nin her iki ortam derişimi ve denenen her iki sürede de balıkların serum glikoz düzeyinde herhangi bir derişim gözlenmezken, 28 günlük etki süresinde ZnSO₄'ün her iki ortam derişiminde serum glikoz düzeyi artış göstermiştir. 4 günlük etki süresinde 0.5 mg/L'lik ortam derişiminde serum glikoz düzeyi ZnSO₄ etkisinde ZnONP'e oranla daha fazla artış göstermiştir. ZnSO₄ etkisinde serum glikoz düzeyindeki bu artış balıkların strese girmeleri, solunum hızının artması ve artan enerji talebini karşılanması sonucu olabileceği düşünülmektedir.

Total serum proteinleri karaciğerde sentezlenen esas serum proteinleri olup, genelde karaciğer rahatsızlığının bir belirteci olarak kullanılır. Toksik maddelerin neden olduğu stres koşullarında organizmaların genel sağlık durumunu anlamak için önemli bir biyokimyasal parametre olarak protein düzeyi kullanılmaktadır (Lavanya vd., 2011), Cd'un etkisine bırakılan *T. zilli*'nin kan total protein düzeyindeki değişikliklerin meydana geldiği ve bu değişikliklerin, metalin konsantrasyonuna ve etkide kalma süresine bağlı olarak artış gösterdiği belirtilmiştir (Ghazaly, 1992). CuSO₄ etkisine bırakılan *O. niloticus*'da total protein düzeyi kısa süreli etkide artış göstermiştir (Chen vd., 2004). Pb etkisine bırakılan *Oreochromis mossambicus*'ta total protein düzeyinin arttığı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Ruparelia vd., 1989). Çinko ve bakır etkisinde *C. carpio*'da total serum protein düzeyinin arttığı belirtilmiştir (Cicik, 1995). Bu araştırmada da ZnONP'nin her iki ortam derişimi ve denenen her iki sürede serum total protein düzeyinde herhangi bir derişim gözlenmezken, ZnSO₄'ün tüm ortam derişimi ve etki süresinde serum total protein düzeyi artış göstermiştir. Denenen her iki sürede de 1.5 mg/L'lik ortam derişiminde serum total protein düzeyindeki artış ZnSO₄ etkisinde ZnONP'e oranla daha fazla olmuştur. ZnSO₄ etkisinde serum total protein düzeyindeki bu artış, büyük bir olasılıkla

karaciğerde sentezlenen taşıyıcı proteinlerin kana geçmesi sonucu olduğu düşünülmektedir.

Kolesterol membranların önemli bir yapısal bileşeni olmasına ek olarak tüm steroid hormonlarının bir öncü maddesi olduğu bilinmektedir. Kolesterol ksenobiyotiklerin etkisindeki balıklarda stres tepkilerini değerlendirmede kullanılmaktadır. Serumdaki kolesterol düzeyi stres faktörlerinin etkisini incelemek için önemli bir parametredir (Gluth & Hanke, 1984; Öner vd., 2008). *C. carpio*'da biyokimyasal parametreler üzerine Cr'un etkisini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada metal derişiminin artışına paralel olarak serum total kolesterol düzeyinde önemli azalmalar olduğu saptanmıştır (Shaheen & Akhtar, 2012). Subletal bakır derişimlerinin etkisinde *Oncorhynchus mykiss* balıklarında serum kolesterol düzeyinde azalmalar olduğu belirlenmiştir (Heydarnejad vd., 2013). Pb'nin etkisine bırakılan *O. mossambicus*'ta serum kolesterol düzeyinin yaklaşık olarak %50 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir (Ruparella vd., 1989). Bu çalışmada denenen ZnONP ve ZnSO₄'ün tüm derişim ve sürelerde serum total kolesterol düzeyinin azaldığı saptanmıştır. Serum total kolesterol düzeyindeki bu azalış hem ZnONP hem de ZnSO₄'ün etkisinde derişim artışı ve sürenin uzamasına bağlı olarak daha fazla olmuştur. Bu çalışmada serum kolesterol düzeyindeki azalmalar, kolesterol sentezi üzerine ZnONP ve ZnSO₄'ün olumsuz etkileri sonucu kolesterol sentezindeki bozulmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Trigliserit düzeyi lipid metabolizmasını değerlendirmek için önemli bir parametredir ve bazı hastalık durumlarında yüksek düzeylere çıkabilmektedir. Trigliserit, temel olarak hücrel enerjiyi sağlamada işlev görür ve beslenme durumunun bir göstergesi olarak kullanılabilir (Yang & Chen, 2003). AgNO₃'ün 0.05mg/L derişiminin etkisine farklı sürelerle bırakılan *O. niloticus*'da serum trigliserit düzeylerinin arttığı belirtilmiştir (Öner vd., 2008). Yang ve Chen (2003), gallium'a maruz kalan *C. carpio*'daki serum trigliserit düzeylerinin kontrole kıyasla önemli ölçüde arttığını göstermişlerdir. Bu çalışmada denenen her iki sürede ZnONP ve ZnSO₄'ün derişim artışlarına paralel olarak *O. niloticus*'da serum trigliserit düzeylerinin arttığı saptanmıştır. Genelde serum trigliserit düzeyindeki bu artış ZnSO₄ etkisinde kalan balıklarda ZnONP etkisinde kalan balıklara oranla daha fazla olmuştur. Serum trigliserit düzeyindeki bu artış metallerin olumsuz etkisi sırasında hücrel metabolizma değişiklikleri ile açıklanabilir.

Kortizol stres tepkisinde önemli bir rol oynamaktadır ve toksik maddelerin etkisinde güvenilir bir biyolojik belirteç olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Kortizol karbonhidrat metabolizmasını etkileyen önemli bir hormondur. Balıklarda kortizolün, hidromineral dengeyi sağlama ve enerji metabolizmasını düzenleme olmak üzere iki önemli görevi vardır (Nolan vd., 2003). Kortizol, kemikli balıklarda böbreğin üst kısmından, hipotalamus-hipofiz-

böbrek (hypothalamo-pituitary-interrenal (HPI) eksenini boyunca salgılanan bir hormondur (Pottinger, 1998) ve en önemli rolü, uzun süreli stres sırasında enerjinin kullanılabilirliğini artırmaktır. *O. niloticus*'da, bakırın etkisinde plazma kortizol ve glikoz düzeyleri belirgin olarak arttığı ve plazma kortizol düzeyindeki bu artışın, etkide kalma süresi boyunca yüksek kaldığı belirtilmiştir (Monteiro vd., 2005). Katuli vd., (2014) AgNP'lerin etkisine bıraktıkları *Danio rerio* balıklarında plazma kortizol düzeylerinin yükseldiğini ve bu durumun balıkların strese girmeleri sonucu olduğunu bildirmişlerdir. Gümüşün kronik etkisine bırakılan gökkuşuğu alabalığında (*O. mykiss*) kortizol düzeyinde artış olduğu belirtilmiştir (Braunera & Wood, 2002). Cd etkisine bırakılan *O. mykiss*'te plazma glikoz ve kortizol düzeylerinin arttığı gözlenmiştir (Ricard vd., 1998). Bu çalışmada ZnONP ve ZnSO₄'ün tüm derişim ve sürelerinin etkisinde serum kortizol düzeyi artış göstermiştir. Kortizol düzeyindeki bu artış ZnONP'ün etkisinde kalan balıklarda ZnSO₄ etkisinde kalan balıklara oranla daha fazla olmuştur. Bu çalışmada serum kortizol düzeyindeki artış, balıkların 28 günlük süre boyunca ZnONP ve ZnSO₄'etkisinde strese kalmaları ve buna bir tepki göstermeleri nedeniyle olabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi (BAP) tarafından (Proje No: FYL-2018-10685) desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ambili, T.R., Saravanan, M., Ramesh, M., Abhijith, D.B. & Poopal, R.K. (2013).** Toxicological effects of the antibiotic oxytetracycline to an Indian major carp *Labeo rohita*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **64**, 494-503.
- Barton, B.A. (2002).** Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology*, **42**, 517-525.
- Binelli, A., Parolini, M., Cogni, D., Pedriali, A. & Provini, A. (2009).** A multi-biomarker assessment of the impact of the antibacterial trimethoprim on the non-target organism zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). *Comparative biochemistry and physiology. Toxicology & pharmacology: CBP*, **150**(3), 329-336.
- Brauner, C.J. & Wood, C.M. (2002).** Effect of longterm silver exposure on survival and ionoregulatory development in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) embryos and larvae, in the presence and absence of added dissolved organic matter.

- Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, **133**, 161-173.
- Bury, N.R., Walker, P.A. & Glover, C.N. (2003).** Nutritive metal uptake in teleost fish. *The Journal of Experimental Biology*, **206**, 11-23.
- Chaudhry, H.S. (1984).** Nickel toxicity on carbohydrate metabolism of freshwater fish *Colisa fasciatus*. *Toxicology Letters*, **20**, 115-121.
- Chen, C.Y., Wooster, G.A. & Bowser, P.R. (2004).** Comparative blood chemistry and histopathology of tilapia infected with *Vibrio vulnificus* or *Streptococcus iniae* or exposed to carbon tetrachloride, gentamicin or copper sulphate. *Aquaculture*, **239**, 421-443.
- Cicik, B. (1995).** *Cyprinus carpio*'da bakır, çinko ve bakır + çinko karışımında solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki metal birikiminin nicel protein, glikojen ve kandaki bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkileri. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 108s.
- Çoğun, H.Y. & Kargın, F. (2019).** *Oreochromis niloticus*'un solungaç dokusu iyon düzeyleri üzerine kurşunun etkisi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, **4**(1), 22-26. Doi: <https://doi.org/10.35229/jaes.527071>.
- Cyriac P.J., Antony, A. & Nambisan, P.N.K. (1989).** Hemoglobin and hematocrit values in the fish *Oreochromis mossambicus* (Peters) after short term exposure to copper and mercury. *The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **43**, 315-320.
- Farsania, H.G., Doriab, H.B., Jamalic, H., Hasanpourc, S., Mehdipourd, N. & Rashidiyane, G. (2017).** The protective role of vitamin E on *Oreochromis niloticus* exposed to ZnONP *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **145**, 1-7.
- Ghazaly, K.S. (1992).** Hematological and physiological responses to sublethal concentrations of cadmium in a freshwater teleost, *Tilapia zillii*. *Water, Air, and Soil Pollution*, **64**, 551-559.
- Gluth, G. & Hanke, W. (1984).** A comparison of physiological changes in carp, *Cyprinus carpio*, induced by several pollutants at sublethal concentration II. The dependency on the temperature. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, **79**, 39-45.
- Gottschalk, F., Sun, T.Y. & Nowack, B. (2013).** Environmental concentrations of engineered nanomaterials: review of modeling and analytical studies. *Environmental Pollution*, **181**, 287-300.
- Handy, R.D., Kammer, F.V.D., Lead, J.R., Hassellóv, M., Owen, R. & Crane, M. (2008).** The ecotoxicology and chemistry of manufactured nanoparticles. *Ecotoxicology*, **17**, 287-314.
- Hao, L. & Chen, L. (2012).** Oxidative stress responses in different organs of carp (*Cyprinus carpio*) with exposure to ZnO nanoparticles. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **80**, 103-110.
- Hao, L., Chen, L., Hao, J. & Zhong, N. (2013).** Bioaccumulation and sub-acute toxicity of zinc oxide nanoparticles in juvenile carp (*Cyprinus carpio*): A comparative study with its bulk counterparts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **91**, 52-60.
- Heydarnejad, M.S., Khosravian-Hemami, M., Nematollahi, A. & Rahnama, S. (2013).** Effects of copper at sublethal concentrations on growth and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Review of Hydrobiology*, **98**, 71-79.
- Katuli, K.K., Massarsky, A., Hadadi, A. & Pourmehr, Z. (2014).** Silver nanoparticles inhibit the gill Na/K-ATPase and erythrocyte AChE activities and induce the stress response in adult zebrafish (*Danio rerio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **106**, 173-180.
- Kavitha, C., Malarvizhi, A., Senthil Kumaran, S. & Ramesh, M. (2010).** Toxicological effects of arsenate exposure on hematological, biochemical and liver transaminase activity in an Indian major carp, *Catla catla*. *Food and Chemical Toxicology*, **48**, 2848-2854.
- Klaine, S.J., Alvarez, P.J., Batley, G.E., Fernandes, T.F., Handy, R.D., Lyon, D.Y. & Lead, J.R. (2008).** Nanomaterials in the environment: behavior, fate, bioavailability, and effects. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **27**, 1825-1851.
- Lavanya, S., Ramesh, M., Kavitha, C. & Malarvizhi, A. (2011).** Hematological, biochemical and ionoregulatory responses of Indian major carp *Catla catla* during chronic sublethal exposure to inorganic arsenic. *Chemosphere*, **82**, 977-985.
- Lee, J., Kim, Ji., Shin, Yu., Ryu, Ji., Eom, Ig., Lee, J.S., Kim, Y., Kim, Pil., Choi, K. & Lee, B. (2014).** Serum and ultrastructure responses of common carp (*Cyprinus carpio* L.) during long-term exposure to zinc oxide nanoparticles. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **104**, 9-17.
- Lu, G.H., Chen, W. & Li, Y. (2011).** Effects of PAHs on biotransformation enzymatic activities in fish. *Chemical Research in Chinese Universities*, **27**, 413-416.
- Monteiro, S.M., Mancera, J.M., Fontinha-Fernandes, A. & Sousa, M. (2005).** Copper induced alterations of biochemical parameters in the gill and plasma of

- Oreochromis niloticus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, **141**, 375-383.
- 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 exposition. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, **100**(3), 577-582.
- Nolan, D.T., Spanings, F.A.T., Ruane, N.M., Hadderingh, R.H., Jenner, H.A. & Wendelaar Bonga, S.E. (2003)**. Exposure to water from the lower rhine induces a stress response in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **45**, 247-257.
- Öner, M., Atli, G. & Canli, M. (2008)**. Changes in serum parameters of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following prolonged metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) exposures. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **2**, 360-366.
- Pottinger, T. (1998)**. Changes in blood cortisol, glucose and lactate in carp retained in anglers' keepnets. *Journal of Fish Biology*, **53**, 728-742.
- Ricard, A. C., Daniel, C., Anderson, P. & Hontela, A. (1998)**. Effects of subchronic exposure to cadmium chloride on endocrine and metabolic functions in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **34**, 377-381.
- Ruparelia, S.G., Verma, Y., Mehta, N.S. & Salyed, S.R. (1989)**. Lead-Induced biochemical changes in freshwater fish *Oreochromis mossambicus*. *The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **43**, 310-314.
- Saravanan, M., Karthika, S., Malarvizhi, A. & Ramesh, M. (2011)**. Ecotoxicological impacts of clofibrac acid and diclofenac in common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings: hematological, biochemical, ionoregulatory and enzymological responses. *Journal of Hazardous Materials*, **195**, 188-194.
- Sathya, V., Ramesh, M., Poopal, R.K. & Dinesh, B. (2012)**. Acute and sublethal effects in an Indian major carp *Cirrhinus mrigala* exposed to silver nitrate: gill Na/K-ATPase, plasma electrolytes and biochemical alterations. *Fish Shellfish Immunology*, **32**, 862-868.
- Scown, T.M., van Aerle, R. & Tyler, C.R. (2010a)**. Review: do engineered nanoparticle pose a significant threat to the aquatic environment. *Critical Reviews in Toxicology*, **40**, 653-670.
- Scown, T.M., Santos, E.M., Johnston, B.D., Gaiser, B., Baalousha, M., Mitov, S. & van Aerle, R. (2010b)**. Effects of aqueous exposure to silver nanoparticles of different sizes in rainbow trout. *Toxicological Sciences*, **115**, 521-534.
- Shaheen, T. & Akhtar, T. (2012)**. Assessment of chromium toxicity in *Cyprinus carpio* through hematological and biochemical blood markers. *Turkish Journal of Zoology*, **36**, 682-690.
- Thomas, P. (1990)**. *Molecular and biochemical responses of fish to stressors and their potential use in environmental monitoring*. In: Adams SM (ed) *Biological indicators of stress in fish*. American Fisheries Society, Bethesda, MD, pp 9-28.
- Toa, D.G., Afonso, L.O.B. & Iwana, G.K. (2004)**. Stress response of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to chemical cues released from stressed conspecifics. *Fish Physiology and Biochemistry*, **30**, 103-108.
- Vaseem, M., Umar, A. & Hahn, Y.B. (2010)**. ZnO Nanoparticles: Growth, Properties, and Applications. American Scientific Publishers, New York, pp. 1-36.
- Yang, J.L. & Chen, H.C. (2003)**. Effects of gallium on common carp (*Cyprinus carpio*): acute test, serum biochemistry, and erythrocyte morphology. *Chemosphere*, **53**, 877-882.
- Zhu, M.T., Feng, W.Y., Wang, B., Wang, T.C., Gu, Y.Q., Wang, M., Wang, Y., Ouyang, H., Zhao, Y.L. & Chai, Z.F. (2008)**. Comparative study of pulmonary responses to nano and submicron-sized ferric oxide in rats. *Toxicology*, **247**, 102-111.

*Corresponding author's:

Ferit KARGIN

Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sarıçam/Adana, Türkiye.

✉E-mail: fkargin@cu.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-4315-5689>

Telefon : +90 (322) 338 64 25 / 2440

Faks : +90 (322) 338 60 70

Ovit Yaylasının (İkizdere-RİZE) Botanik Kompozisyonunun Belirlenmesi

Muhammed İkbal ÇATAL^{1*} Hüseyin BAYKAL² Adil BAKOĞLU²

^{1*}Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Rize, Türkiye.

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Pazar Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Rize, Türkiye.

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

*<https://orcid.org/0000-0001-6428-6915>,

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

Received date: 01.08.2019

Accepted date: 29.11.2019

Atf yapmak için: Çatal, M.İ., Baykal, H. & Bakoğlu, A. (2019). Ovit Yaylasının (İkizdere-RİZE) Botanik Kompozisyonunun Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 454-459.

How to cite: Çatal, M.İ., Baykal, H. & Bakoğlu, A. (2019). A Determination on The Botanical Composition of Ovit Plateau (Ikizdere-RİZE). *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 454-459.

Öz: Bu çalışma Rize ili İkizdere ilçesine bağlı Ovit yaylasında 2019 yılında, Lup metoduyla yapılmıştır. Çalışmada toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranları ve mera durum sınıfı incelenmiştir. Çalışmada buğdaygillere ait 6, baklagillere ait 4 ve diğer familyalara ait 35 olmak üzere toplam 45 takson tespit edilmiştir. Çalışma alanının toprağı kaplama oranı %63,40, botanik kompozisyonda buğdaygillerin oranı %39,35, baklagillerin oranı %6,61 ve diğer familyaların oranı da %54,04 olarak tespit edilmiştir. Merada en yaygın bulunan ilk üç takson sırasıyla; *Festuca woronowii* subsp. *turcica* (%17,66), *Nardus stricta* (%13,90) ve *Sibbaldia parviflora* var. *parviflora* (%12,80) olmuştur. Meranın durumu 1,976'lık mera derecesi ile çok zayıf olarak belirlenmiştir. Başta kontrollü otlatma ve üstten tohumlama olmak üzere diğer ıslah yöntemlerinin birlikte uygulanması sonucuna varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Botanik kompozisyon, mera durumu, Ovit yaylası, toprağı kaplama oranı.

A Determination on The Botanical Composition of Ovit Plateau (Ikizdere-RİZE)

Abstract: In this study conducted in Ovit plateau of İkizdere district of Rize province in 2019, Lup method was used. In this study, canopy cover and botanical composition ratios and pasture condition class were examined. As a result of the study a total of 45 taxa; 6 belonging to *Poaceae*, 4 belonging to *Fabaceae* and 35 belonging to other families were identified. The rate canopy covering of the research area was 63.40%, the rate of *Poaceae* in the botanical composition was 39.35%, the rate of the *Fabaceae* 6.61% and the ratio of the other families 54.04%. The first three taxa, the most common found in pasture, respectively; *Festuca woronowii* subsp. *turcica* (17.66%), *Nardus stricta* (13.90%) and *Sibbaldia parviflora* var. *parviflora* (12.80%). The pasture condition was found to be very weak with 1.976 pasture degree. It was concluded that especially controlled grazing and top-seeding, were applied together other methods of breeding.

Keywords: Botanical composition, pasture status, Ovit plateau, canopy cover rate.

GİRİŞ

Çayır ve meralar, hayvanların beslenmesinde ihtiyaç duyulan en önemli yem kaynaklardır (Aydın & Uzun, 2002). Bunun dışında çayır meraların kültür bitkileri için gen kaynağı olması, biyolojik çeşitlilik oluşturması ve erozyona karşı toprağı koruması gibi birçok önemli yararı da bulunmaktadır (Carlier vd., 2005). Hayvanların ihtiyaç duydukların kaba yemin %30'u çayır ve meralardan sağlanmaktadır (Gökkuş, 1994). Ülkemiz hayvan varlığının bir yılda tükettiğı besinlerin ham protein olarak % 68'i, nişastanın da %62'si karşılamaktadır (Okatan & Yüksek, 1997; Babalık & Sarıkaya, 2015).

Ülkemiz meralarında yıllardan beri devam eden 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. Ancak, mera ıslahında başarılı olabilmek için, öncelikle ıslah edilecek meranın vejetasyon yapısının iyi bilinmesi önemlidir (Çınar vd., 2019). Meranın vejetasyon yapısını tespit etmek için öncelikle o yöreye ait botanik ve floristik kompozisyon çalışmaları yapılmalıdır.

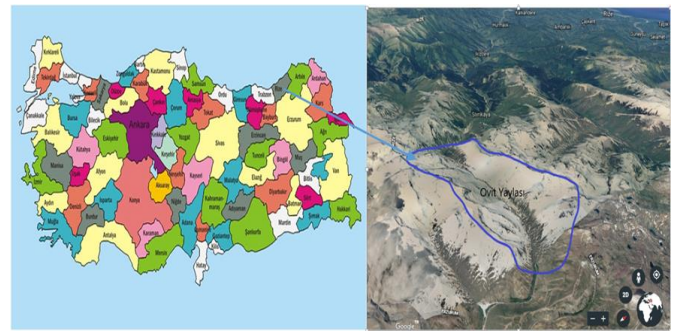
1940'lı yıllarda yaklaşık 45 milyon olan mera alanı varlığımız sürekli azalma göstermiş ve günümüzde 14,6 milyon hektara kadar düşmüştür (TÜİK, 2019). Rize ilinde ise toplam 45,332 ha çayır-mera alanı bulunmaktadır (Anonim, 2018).

Ülkemizde son yıllarda yapılan botanik kompozisyonla ilgili çalışmalara baktığımızda; Babalık ve Sarıkaya, (2015) tarafından yapılan çalışma da familyaların bitki ile kaplı alan ve botanik kompozisyon oranları sırasıyla buğdaygiller %13,90-65,31, baklagiller %3,50-16,39 ve diğer familya bitkileri %4,35-20,10 olduğu; Gür ve Altın, (2015) farklı mera uygulamalarında yaptığı çalışmada, bitki ile kaplı alan oranları otlatılan merada % 79,06, korunan merada % 84,48 ve sürülüp terk edilen merada % 65,85 oranında belirlediğini ve toplamda 206 farklı takson tespit ettiğini; Bilgin ve Özalp, (2016) tarafından yapılan çalışma da botanik kompozisyonun %46,19 ile buğdaygillerden, %14,36 ile baklagillerden ve %39,45 ile diğer familyalardan oluştuğu; İspirli vd., (2016) Kastamonu ili, Taşköprü ilçesine bağlı 12 köyün doğal meralarında yapılan çalışmalarda bitkiyle kaplı alan oranı ortalaması % 83,34, meraların 1 adedi "İyi", 5 adedi "Orta" ve 6 adedi ise "Zayıf" mera durumu olduğu; Uzun vd., (2016) Bartın ili, merkez ilçesine bağlı 15 köyün meralarının bitkiyle kaplı alan oranı ortalaması % 93,57, meraların 1 adedi "Çok iyi", 1 adedi "İyi", 6 adedi "Orta" ve 7 adedi ise "Zayıf" mera durumu sınıfına girdiği; Babalık ve Fakır, (2017) Isparta ili Davraz Dağı Kozağacı Yaylası Kocapınar merasında botanik kompozisyonunda, toplam buğdaygil oranı %60,9, baklagil oranı %14,4 diğer

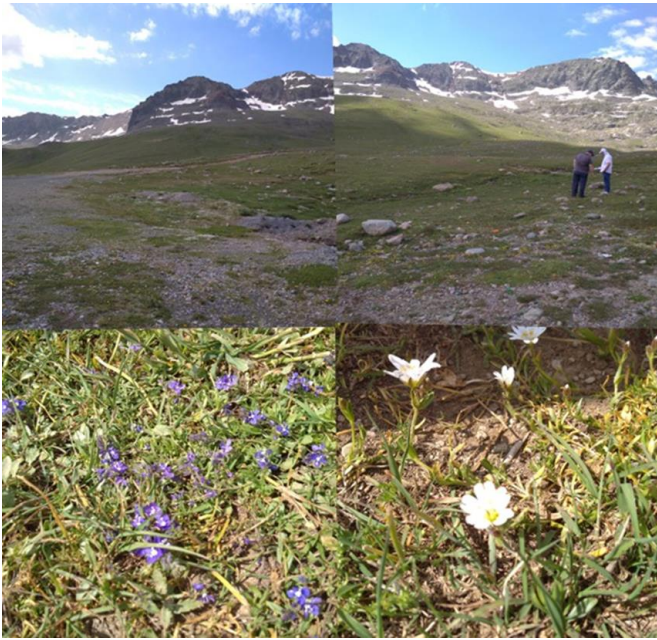
familyalara giren takson oranları ise %24,7 ve bitki ile kaplı alan oranı %24,3 olduğu; Babalık ve Ercan, (2018) çalışma alanının bitkiyle kaplı alan değeri % 51,2, mera alanının botanik kompozisyonunun sırasıyla buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalar oranı (% 44, 23 ve 33) şeklinde oluştuğu; Sürmen ve Kara, (2018) ağırlığa göre botanik kompozisyonunda buğdaygillerin oranı 37,09, baklagillerin oranı %4,24 ve diğer familya bitkilerin oranı %58,67 bulduğu; Çınar vd., (2019) meralarda bitki ile kaplı alanda ortalama olarak buğdaygillerin oranı % 36,9, baklagillerin oranı % 22,0 ve diğer familya bitkilerin oranı % 41,1, mera kalite derecelerinin 2,40-3,92 arasında değiştiği ve meraların durum sınıfının zayıf olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Rize ilinde bitkisel çeşitliliğin ortaya konmasını amaçlayan çalışmaları (Çobanoğlu, 2012; Baykal ve Atamov, 2016; Baykal ve Atamov, 2017; Süzen, 2017; Baykal ve Atamov, 2018; Baykal vd., 2018 ve Baykal, 2019) yapılmış olsa da Ovit yaylasının botanik kompozisyon özelliğini bildiren bir çalışma yoktur. Bu çalışmada, Rize ilinin İkizdere ilçesine bağlı Ovit yaylasının merasında bulunan bitkilerin familya ve taksonları belirlenerek, mera vejetasyonunun toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranları tespit edilmesi ve meranın kalite derecesi ve durumu hakkında bilgi sahibi olunması amaçlanmıştır. Bu sayede meranın muhtemel iyileştirme esaslarını esasları ortaya koyarak ve ileride daha detaylı uygulamalar ile mera amenajmanı ve ıslah programlarına yön vermek amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Alanı: Bu araştırma 2019 yılında Rize ili İkizdere ilçesine bağlı deniz seviyesinden yaklaşık 2680 m yükseklikte (40° 37' 31,0" N, 40° 46' 55,5" E) ve ilçeye 90 km uzaklıkta bulunan Ovit yaylasının yaklaşık 20 da alanında yapılmıştır (Resim 1). Çalışma sahasından çekilen bazı fotoğraflar Resim 2'de verilmiştir.



Resim 1: Çalışma alanının konumu.



Resim 2: Çalışma alanından bazı görüntüler.

Metot: Ölçümler Haziran-Temmuz ayında vejetasyonu oluşturan bitkilerin vejetatif gelişimini tamamlayıp, generatif devre içinde buldukları dönemde yani bitkilerin çiçeklenme devresinde yapılmıştır. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 14,3°C, yağış miktarı 2296 mm ve nisbi nem %80 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2019). Taksonların teşhisi Türkiye florası kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Davis, 1965-1985; Davis vd., 1988; Güner vd., 2000). Teşhis edilen örnekler Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler) (Güner vd, 2012) kullanılarak kontrol edilmiştir. Çalışma alanının botanik kompozisyonunun belirlenmesinde Lup yöntemi kullanılmıştır. Lup çapı 2 cm, bir Lup hattı 20 m uzunlukta ve Luplar arası mesafe 20 cm olmak üzere bir Lup hattında toplamda 100 Lup hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analiz: 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) meranın durum sınıfı bulunmuştur. Ölçümlerin hesaplamasında kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

$\% \text{Botanik Kompozisyon} = (\text{Rastlanılan A taksonu sayısı} / \text{Toplam Bitki Sayısı}) \times 100$.

$\% \text{Toprağı Kaplama O} = (\text{Bitkiye rastlanılan ölçüm alanı sayısı} / \text{Top. ölçüm alanı}) \times 100$.

$\text{Mera Kalite Derecesi} = \sum (\text{Taksonun Bot. Kom. \% oranı} \times \text{Değer sayısı}) / 100$.

Tablo 1: Mera Durumu Skalası (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 takson listesi, familyası, toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranı ve mera derecesi Tablo 2'de, familyaların toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranları Şekil 1'de, familyalara göre mera dereceleri Şekil 2'de ve familyalara göre takson sayısı Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Ovit yaylasının mera alanında bulunan bitkilerin familya, takson, değer sayısı, toprağı kaplama ve botanik kompozisyon oranı ve mera dereceleri.

N	Takson adı	Türkçe	DS	TKO	BK	MD
BUĞDAYGİLLER						
Poaceae						
1	<i>Alopecurus gerardii</i> (All.) Vill. var. <i>gerardii</i>	Kösetilkikuyruğu	3	0,70	1,21	0,036
2	<i>Briza minor</i> L.	Küçükzembil	1	0,50	0,72	0,007
3	* <i>Festuca woronowii</i> Hack. subsp. <i>turcica</i> Markgr., Dannenb	Amasya yumağı	2	11,20	17,66	0,353
4	<i>Phleum alpinum</i> L.	Alp itkuyruğu	4	1,10	1,82	0,073
5	<i>Poa bulbosa</i> L.	Yumrulu salkım	4	3,00	4,04	0,162
6	<i>Nardus stricta</i> L.	Kılotu	3	7,90	13,90	0,417
Toplam			24,40	39,35	1,048	
BAKLAGİLLER						
Fabaceae						
1	<i>Astragalus fragrans</i> Willd.	Mis geven	3	2,30	3,20	0,096
2	<i>Astragalus frickii</i> Bunge	Artvingeveni	3	0,80	0,93	0,028
3	<i>Securigera orientalis</i> (Mill.) Lassen subsp. <i>orientalis</i>	Ala köriğen	3	0,80	1,36	0,041
4	<i>Trifolium repens</i> L. var. <i>repens</i>	Ak üçgül	8	0,60	1,12	0,090
Toplam			4,50	6,61	0,254	
DİĞER FAMILİYALAR						
Apiaceae						
1	<i>Chamaecrista acule</i> (M.Bieb.) Boiss.	Hamotu	3	1,60	2,22	0,067
2	<i>Pimpinella rhodantha</i> Boiss.	Gülanason	1	0,20	0,27	0,003
Asteraceae						
3	<i>Anthemis cretica</i> L.	Kaf papatyası	2	0,10	0,18	0,004
4	* <i>Doronicum balansae</i> Cavill.	Rize kaplanotu	0	0,40	0,69	0,000
5	<i>Pilosella hoppeana</i> (Schult.) F.W.Schultz & Sch.Bip.subsp. <i>cilicica</i> (Nägeli & Peter) P.D.Sell & C.West	Toros turnakotu	0	0,30	0,74	0,000
6	<i>Taraxacum stevenii</i> DC.	Gelingöbeği	5	0,80	1,34	0,067
Boraginaceae						
7	<i>Myosotis alpestris</i> F.W.Schmidt	Boncukotu	0	2,40	3,95	0,000
Brassicaceae						
8	<i>Cardamine impatiens</i> L. subsp. <i>pectinata</i> (Pall. ex DC.) Stoj. & Stef.	Taraklı kodimotu	0	0,20	0,38	0,000
9	<i>Draba hispida</i> Willd.	Kıllı dolama	0	0,70	1,14	0,000
Caryophyllaceae						
10	<i>Cerastium purpurascens</i> Adams	Alaca boynuzotu	3	1,30	1,94	0,058
11	<i>Minuartia verna</i> (L.) Hiern subsp. <i>verna</i>	Yaz tustısı	1	3,80	5,92	0,059
12	<i>Silene odontopetala</i> Fenzl	Kunduzotu	1	0,20	0,28	0,003
Crassulaceae						
13	<i>Sedum tenellum</i> M.Bieb.	Narin damkoruğu	0	0,30	0,51	0,000
Cyperaceae						
14	<i>Carex atrata</i> L. subsp. <i>atrata</i>	Karasaparna	1	0,70	1,05	0,011
15	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard subsp. <i>dacica</i> (Heuff.) Soó	Rumen ayakotu	1	1,80	2,90	0,029
16	<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard subsp. <i>nigra</i>	Kara ayakotu	1	0,30	0,57	0,006
Gentianaceae						
17	<i>Gentiana gelida</i> M.Bieb.	Dağ gentiyanı	0	0,40	0,62	0,000
18	<i>Gentiana pyrenaica</i> L.	Pir gentiyanı	0	0,50	0,82	0,000

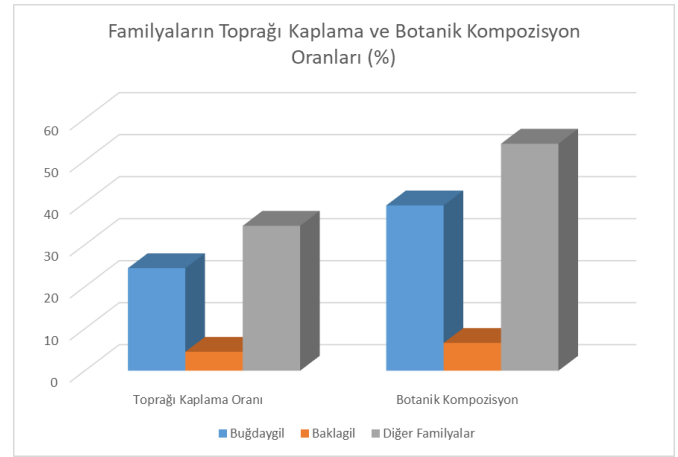
19	Geraniaceae * <i>Geranium ponticum</i> (P.H.Davis & J.Roberts) Aedo	Yayla ıtırı	2	0,20	0,32	0,006
20	Lamiaceae <i>Ajuga orientalis</i> L.	Dağmayası	0	0,30	0,36	0,000
21	Liliaceae <i>Fritillaria latifolia</i> Willd.	Yaylalâlesi	0	0,10	0,14	0,000
22	Orchidaceae <i>Dactylorhiza euxina</i> (Nevski) subsp. <i>euxina</i> (Nevski) H. Baumann & Künkele	Laz salebi	2	0,20	0,23	0,005
23	Orobanchaceae <i>Pedicularis comosa</i> L. var. <i>acmodonta</i> (Boiss.) Boiss.	Hotozlu bitotu	-1	0,40	0,76	-0,008
24	<i>Pedicularis nordmanniana</i> Bunge	Mevzetotu	-1	0,30	0,48	-0,005
25	Papaveraceae <i>Corydalis alpestris</i> C.A.Mey.	Gök kazgagası	3	2,30	3,16	0,095
26	Polygalaceae <i>Polygala alpestris</i> Rchb.	Yayla sütotu	1	1,00	1,72	0,017
27	Primulaceae <i>Primula algida</i> Adams	Dağtutyası	6	1,10	1,32	0,079
28	<i>Primula auriculata</i> Lam.	Felçotu	3	0,70	0,98	0,029
29	Ranunculaceae <i>Ranunculus bithsei</i> Boiss.	Çingotu	-1	1,50	2,24	-0,022
30	Rosaceae <i>Sibbaldia parviflora</i> Willd. var. <i>parviflora</i>	Fındıkotu	1	8,00	12,80	0,128
31	<i>Potentilla ruprechtii</i> Boiss.	Mis parmakotu	1	0,30	0,43	0,004
32	<i>Alchemilla retinervis</i> Buser	Damarlı keltat	0	0,50	0,94	0,000
33	Rubiaceae <i>Cruciatia taurica</i> (Pall. ex Willd.) Ehrend.	Kırım güzeli	0	0,80	1,34	0,000
34	Violaceae <i>Viola altaica</i> Ker.-Gawl.	Altaymenekşesi	3	0,20	0,42	0,013
35	<i>Viola odorata</i> L.	Kokulu menekşe	3	0,60	0,88	0,026
Toplam			34,50	54,04	0,673	
GENEL TOPLAM			63,40	100,00	1,976	

*Endemik, DS: Değer Sayısı, TKO: Toprağı Kaplama Oranı, BK: Botanik Kompozisyon, MD: Mera Derecesi

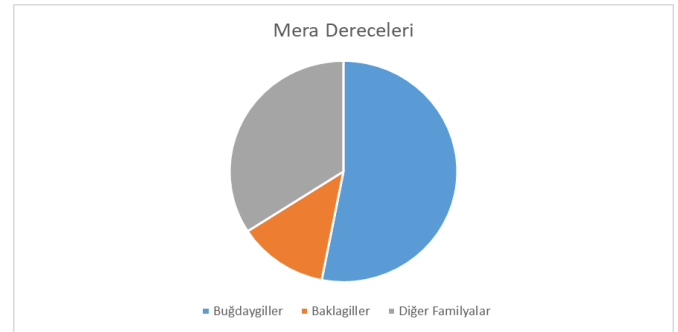
Tablo 2'ye bakıldığında çalışılan meranın toprağı kaplama oranı %63,40 olarak bulunmuştur. Mera da buğdaygiller %24,40, baklagiller %4,50 ve diğer familya bitkileri %34,50 oranında toprağı kaplamıştır. Vejetasyon etüdünde toplam 22 familya da 45 farklı takson tespit edilmiş ve bunlardan 6 tanesi buğdaygil (%39,35), 4 tanesi baklagil (%6,61) ve 35 tanesi de (% 54,04) diğer familyaya ait bitkilerden oluşmuştur. Mera kalite derecesi 1,976 ile meranın durumunun çok zayıf olduğu belirlenmiştir. Çalışılan meranın botanik kompozisyonunda bulunan bitkilerden buğdaygillerden Amasya yumağı (*Festuca woronowii* Hack. subsp. *turcica* Markgr., Dannenb) (%17,66), Kilotu (*Nardus stricta* L.) (%13,90) ve Yumrulu salkım (*Poa bulbosa* L.) (%4,04); baklagillerden Mis geven (*Astragalus fragrans* Willd.) (%3,20), Ala köriğen (*Securigera orientalis* (Mill.) Lassen subsp. *orientalis*) (%1,36) ve Ak üçgül (*Trifolium repens* L. var. *repens*) (%1,12); diğer familyalardan Fındıkotu (*Sibbaldia parviflora* Willd. var. *parviflora*) (%12,80), Yaz tıstısı (*Minuartia verna* (L.) Hiern subsp. *verna*) (%5,92) ve Boncukotu (*Myosotis alpestris* F.W.Schmidt) (%3,95) ilk üç sırayı oluşturmaktadır. Ayrıca çalışma alanının mera bitkilerinden Amasya yumağı (*F. woronowii* Hack. subsp. *turcica* Markgr., Dannenb), Rize kaplanotu (*Doronicum balansae* Cavill.) ve Yayla ıtırı (*Geranium ponticum* (P.H.Davis & J.Roberts) Aedo) bitkileri endemiktir.

Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlar ile diğer araştırmacıların (Babalık ve Sarıkaya, 2015; Gür ve Altın, 2015; Bilgin ve Özalp, 2016; İspirli vd., 2016; Uzun vd., 2016; Babalık ve Fakır, 2017; Babalık ve Ercan, 2018;

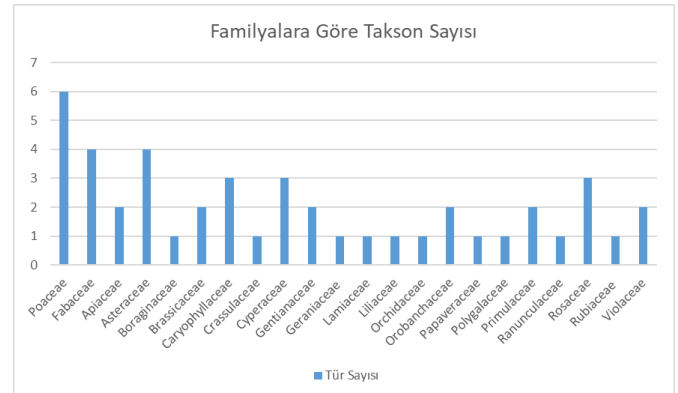
Sürmen ve Kara, 2018; Çınar vd., 2019) bulguları arasında benzerlik ve farklılıklar bulunmaktadır. Farklılıkların ortaya çıkmasına meraların farklı vejetasyon koşulları, farklı ekolojiler ve uygulamalardan kaynaklanmış olabilir.



Şekil 1: Familyaların Toprağı Kaplama ve Botanik Kompozisyon Oranları (%).



Şekil 2: Familyalara Göre Mera Dereceleri.



Şekil 3: Familyalara Göre Takson Sayısı.

SONUÇ

Sonuç olarak yapılan çalışmada 6 buğdaygil, 4 baklagil ve 35 tane de diğer familyadan bitkiler olmak üzere toplamda 45 takson tespit edilmiştir. Mera bitkilerinin toprağı kaplama oranı %63,40, toprağı kaplama alanına göre botanik

kompozisyonları buğdaygil %39,35, baklagil %6,61 ve diğer familya bitkileri %54,04 oranında bulunmuştur. Merada en yaygın bulunan ilk üç takson sırasıyla; *F. woronowii* Hack. *subsp. turcica* Markgr., Dannenb (%17,66), *N. stricta* L. (%13,90) ve *S. parviflora* Willd. *var. parviflora* (%12,80) olmuştur. %1,976 mera derecesi ile meranın durumu çok zayıf olarak belirlenmiştir. Çalışma alanında tespit edilen taksonlardan Amasya yumağı (*F. woronowii* Hack. *subsp. turcica* Markgr., Dannenb)(%17,66), Rize kaplanotu (*D. balansae* Cavill.) (%0,69) ve Yayla ıtır (*G. ponticum* (P.H.Davis & J.Roberts) Aedo)(%0,32) taksonları endemiktir. Araştırma sonuçlarına göre incelenen mera ve benzer ekolojik koşullardaki meralarda başta aşırı, düzensiz ve zamansız otlatmadan kaçınılarak otlatmanın kontrol altına alınması ve yem değeri yüksek mera bitkilerini üstten tohumlama suretiyle diğer ıslah yöntemlerinin kombineli bir şekilde uygulanmasına yönelik yeni araştırmaların yapılması sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- 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.* (Erişim: 24.03.2019). <https://rize.tarim.gov.tr/Menu/13/Ekonomi>.
- 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. & Ercan, A. (2018).** Eskişehir ili Karaören köyü merasının vejetasyon özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, **19**(3), 246-251.
- Babalık, A.A. & Fakır, H. (2017).** Korunan ve otlatılan mera alanlarında vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması: Kocapınar Merası örneği. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, **18**(3), 207-211.
- Babalık, A.A. & Sarıkaya, H. (2015).** Isparta ili Zengi merasında ot verimi ve botanik kompozisyonun tespiti üzerine bir araştırma. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, **16**(2), 96-101.
- Bakoğlu, A. (1999).** *Otlatılan ve korunan iki farklı mera kesiminin bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması.* Doktora Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bil. Ens. Erzurum, Türkiye, 128s.
- 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**(2), 767-773.
- Baykal, H. & Atamov, V. (2018).** Isırlık Doğa Parkı ve çevresinin florası, *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.
- Baykal, H. (2019).** Flora of Akyamaç Waterfall Natural Park and environs (Rize/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, **12**, 128-137. Doi: 10.5505/biodicon.2019.98608.
- Bilgin, F. & Özalp, M. (2016).** Yükselti değişimlerinin orman üstü meraların vejetasyon yapısı ve toprak özellikleri üzerine etkilerinin irdelenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **17**(2), 135-147.
- 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.
- 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/ksutarimdoga.vi.448421.
- Çobanoğlu, M. (2012).** *Güneysu-Çağrankaya arası bölgenin flora ve vejetasyonu.* Yüksek Lisans Tezi, R Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Rize, Türkiye, 153s.
- 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.
- 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.
- Gökkuş, A. (1994).** Türkiye'nin kaba yem üretiminde çayır-mera ve yem bitkilerinin yeri ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **25**, 250-261.
- Güner, A., Akyıldırım, B., Alkayış, M. F. Çingay B., Kanoğlu, S.S., Özkan, A.M., Öztekin, M. & Tuğ, G.N. (2012).** Türkçe bitki adları. Şu eserde: Güner, A., aslan, S. Ekim, T. Vural, M. & Babaç, M.T.

- (edlr.). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları Flora Dizisi 1 İstanbul.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (2000).** *Flora of Turkey*. Vol. 11. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Gür, M. & Altın, M. (2015).** Trakya yöresinde farklı kullanım geçmişine sahip meraların florastik kompozisyonlarının bazı özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, **30**, 60-67. Doi: 10.7161/anajas.2015.30.1.60-67.
- İspirli, K., Alay, F., Uzun, F. & Çankaya, N. (2016).** Doğal meralardaki vejetasyon örtüsü ve yapısı üzerine otlatma ve topografyanın etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, **3**(1), 14-22.
- Okatan, A. & Yüksek, T. (1997).** Aşırı otlatılan mera parsellerinde Adi korunga (*Onobrychis viciifolia* Scop.)'nın yetiştirilmesi ve verim potansiyeli üzerine araştırmalar. *Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun, s.492-498.
- 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.
- Süzen, A. (2017).** *Ambarlık Yaylası (Çamlıhemşin/Rize)'nın florası ve vejetasyonu*. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 172s.
- Tosun, F. (1968).** Doğu Anadolu kıraç meralarının ıslahında uygulanabilecek teknik metodların tesbiti üzerine bir araştırma. *Zirai Araştırma Enstitüsü Araştırma Bülteni* No: 29, Ankara.
- TÜİK. (2019).** Bitkisel üretim istatistikleri. (Erişim: 30.07.2019). <http://www.tuik.gov.tr>
- Uzun, F., Alay, F. & İspirli, K. (2016).** Bartın ili meralarının bazı özellikleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, **3**(2), 174-183.
- 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.

***Corresponding author's:**

Muhammed İkbâl ÇATAL

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

✉E-mail : muhammed.catal@erdogan.edu.tr

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

GSM : +90 (539) 373 35 92

Telefon : +90 (464) 612 73 17

Faks : +90 (464) 612 7316

Preparation and Characterization of Polymer Supported Lewis Acid-type Calix[4]arene for Transport of Dichromate Anions

Seydahmet CAY^{1*} Serkan SAYIN¹ Mehmet Soner ENGIN² Sait MALKONDU¹

¹Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Giresun University, 28200 Güre, Giresun, Turkey.

*<https://orcid.org/0000-0003-0045-8217>, <https://orcid.org/0000-0003-0518-3208>, <https://orcid.org/0000-0002-6806-4188>

²Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Giresun University, 28200 Güre, Giresun, Turkey. <https://orcid.org/0000-0001-5954-5628>

Received date: 09. 10.2019

Accepted date: 29.11.2019

How to cite: Cay, S., Sayin, S., Engin, M.S. & Malkondu, S. (2019). Preparation and Characterization of Polymer Supported Lewis Acid-type Calix[4]arene for Transport of Dichromate Anions. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 460-464.

Atf yapmak için: Cay, S., Sayin, S., Engin, M.S. & Malkondu, S. (2019). Dikromat Anyonlarının Taşınması için Polimer Destekli Lewis Asit Tipi Kalikserenlerin Hazırlanması ve Karakterizasyonu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 460-464.

Abstract: The article describes the fabrication and characterization of a new 25,27-bis[5-(trimethyl ammonium bromide)pentylloxyl]-26,28-dihydroxyl-5,11,17,23-tetra-*tert*-butylcalix[4]arene-embedded polymer inclusion membranes (TMAC[4]Bu⁺@PI membrane). TGA, SEM and DSC techniques were performed to determine its structures. Moreover, the anion transport capacity of TMAC[4]Bu⁺@PI membrane against Cr(VI) anion was investigated.

Keywords: Calixarene, cellulose triacetate, dichromate, membrane, poly vinyl chloride.

Dikromat Anyonlarının Taşınması için Polimer Destekli Lewis Asit Tipi Kalikserenlerin Hazırlanması ve Karakterizasyonu

Öz: Makale, 25,27-bis[5-(trimetil amonyum bromür)pentiloksi]-26,28-dihidroksi-5,11,17,23-tetra-ter-bütikaliks[4]aren katkılı polimer içerikli membran (TMAC[4]Bu⁺@PI) hazırlanmasını ve karakterizasyonu açıklamaktadır. TGA, SEM ve DSC teknikleri kullanılarak membranların yapıları belirlenmiştir. Ayrıca Cr(VI) anyonuna karşı TMAC[4]Bu⁺@PI membranının taşıma kapasitesi araştırılmıştır.

Anahtar sözcükler: Dikromat, kalikseren, membran, poli vinil klorür, selüloz triasetat.

INTRODUCTION

Since drinking water is contaminated with toxic substances such as some oxyanions, drinking quality water has been the target of humanity for years. Toxic oxyanions, such as dichromate anions, are toxic compounds that can harm many living organisms and the environment, even in small amounts (Bozkurt & Turkmen, 2018).

Chromium which is found in animals, rocks, soil, plants, volcanic dust and gases is a naturally occurring element. It is mostly encountered in the oxidation states of Cr(III) and Cr(VI) which are known as “chromite” and “chromate”, respectively. Two of them get into the body by the way of dermal contact, ingestion and inhalation. Trivalent and hexavalent forms are believed to be biologically active

species; however, their impact on health is not the same. Cr(VI) can easily penetrate biological membranes, while Cr(III) does not usually penetrate (Bozkurt et al., 2009; Krishna et al., 2004). Chrome plating industry generally use Cr(VI). Chrome plating is the operation of electroplating a thin chrome layer to a metal surface (Bayrakci et al., 2017; Kaya et al., 2016).

There are many ways to extract Cr(VI) from waste waters. Some of these ways are chemical precipitation, biosorption, adsorption, ion exchange, electrolysis, distillation, reverse osmosis, ultrafiltration, solvent extraction, and liquid membranes (Hsu et al., 2010; Sap, Tabakci & Yilmaz, 2012). The increasing severity of environmental regulations affecting the discharge of effluents has created a sustained interest in the development of novel technologies that could improve the efficiency of the separation of toxic materials from very dilute solutions (Engin et al., 2019). In recent years, researchers have been paying attention to polymer addition membranes (PIMs), a new type of liquid membrane. PIMs are formed by pouring a solution containing an extractor, a plasticizer, and a base polymer to form a thin, flexible and stable film (Nghiem et al., 2006). The calixarene derivatives have been used as extractant for the removal of toxic ions. They are also form selective and stable complexes with anions, cations or neutral molecules (Sayin et al., 2011).

Due to the specificity of the structure and the diversity of derivative, Calixarenes have attractive prospects in ion transport, chemical sensors, recovery of precious metals, separation and analysis, molecular recognition and inclusion, ion-selective electrodes, molecular catalysis and enzyme simulation studies. Research on calixarene is important to the development of life chemistry, chemistry, environmental chemistry and structural chemistry, especially in supramolecular chemistry (Liu & Zhong, 2018; Tabakci & Yilmaz, 2008)

In this paper, the affinity of PIMs containing Lewis acid-type calix[4]arene derivative towards dichromate anions from aqueous solutions. For this purpose, *p*-tert-butylcalix[4]arene and 25,27-bis[5-(trimethylammonium bromide)pentyl]oxy]-26,28-dihydroxy-5,11,17,23-tetra-*tert*-butylcalix[4]arene were synthesized according to the published procedures (Gutsche, 1990; Sayin & Yilmaz, 2017). Synthesized Lewis acid-type calix[4]arene was then employed as an additive in the membrane producing process, in which cellulose triacetate (CTA) or polyvinyl chloride (PVC) and *o*-NPOE are typically used to prepare polymer inclusion membrane. Thermo gravimetric analysis (TGA), scanning electron microscopy (SEM) and Differential Scanning Calorimeter (DSC) techniques were performed to determine the structure of Lewis acid-type calix[4]arene-embedded membrane (TMAC[4]Bu⁺@PI membrane). Furthermore, a Donnan dialysis system was used to study the carrying capacity of dichromate anions with the novel TMAC[4]Bu⁺@PI membrane.

MATERIAL and METHODS

Chemicals and Materials: All starting materials and reagents were purchased from Merck (Merck, Darmstadt, Germany) and Aldrich companies (Aldrich; Steinheim, Germany), and used without further purification. Ultra-pure water obtained from a Milli-Q (Millipore Corp.) was used to prepare all solutions. Melting points were determined by using a Gallenkamp apparatus in a closed capillary tube. NMR spectra were recorded on a Bruker 400 MHz spectrometer. For analytical thin layer chromatography studies, TLC silica gel plates (SiO₂, Merck PF254) were used. A Mapada UV-6100 PCS double beam ultraviolet-visible spectrophotometer (Shanghai Mapada Instruments, China) was used to state extraction of dichromate anions efficacy of the novel TMAC[4]Bu⁺@PI membrane.

Synthesis. *p*-tert-butylcalix[4]arene (**1**), and 25,27-bis[5-(trimethylammonium bromide)pentyl]oxy]-26,28-dihydroxy-5,11,17,23-tetra-*tert*-butylcalix[4]arene (**2**) were synthesized according to the literature procedures (Gutsche, 1990; Sayin & Yilmaz, 2017).

25,27-bis[5-(trimethyl ammonium bromide) pentyl]oxy]-26,28-dihydroxy-5,11,17,23-tetra-*tert*-butylcalix [4]-arene (2**):** Yield: 85%, melting point: 241–242 °C. ¹H-NMR (400 MHz, CHCl₃): δ 0.91 (s, 18H, Bu^t), 1.26 (s, 18H, Bu^t), 1.75–1.79 (m, 4H, –CH₂–), 2.04–2.07 (m, 8H, –CH₂–), 3.30 (d, 4H, *J* = 13.2 Hz, Ar-CH₂-Ar), 3.45 (s, 18H, –CH₃), 3.76 (t, 4H, *J* = 8.0 Hz, O–CH₂–), 3.96 (t, 4H, *J* = 5.6 Hz, N–CH₂–), 4.17 (d, 4H, *J* = 13.2 Hz, Ar-CH₂-Ar), 6.73 (s, 4H, ArH), 7.03 (s, 4H, ArH), 7.11 (s, 2H, –OH). ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃): δ 22.8, 23.0, 29.2, 31.0, 31.7, 33.8, 33.9, 53.5, 66.6, 125.3, 125.5, 127.8, 132.1, 142.0, 147.0, 149.7, 150.1. Anal. calcd for C₆₀H₉₂Br₂N₂O₄ (%): C, 67.65; H, 8.71; N, 2.63. Found (%): C, 67.59; H, 8.76; N, 2.49

Preparation of Polymer inclusion membranes: TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-I; 0.2 g of CTA was dissolved in 10 mL of dichloromethane at room temperature. The plasticizer (*o*-NPOE, 0.3 mL) in dichloromethane (5 mL) and Lewis acid-type calix[4]arene as an ion carrier (13.3 mg) were then added. Part of this solution was poured into a membrane mold consisting of a 9.0 cm glass ring attached to a glass plate with CTA dichloromethane adhesive (Engin et al., 2018). The solution was allowed to evaporate dichloromethane overnight and the final membrane was immersed in cold water and separated from the glass plate (Zawierucha et al., 2013). The resulting membranes were recovered by immersion in cold water from the surface of the glass plate. The thickness of the membrane with a standard deviation of 0.1 m over 10 readings was measured by the help of a digital micrometer (Mitutoyo). Lastly, the TMAC[4]Bu⁺@PI membranes were immersed in distilled water for 2 hours before being used in transport experiments. In the absence of the ion carrier, it did not show a clear flow from the TMAC[4]Bu⁺@PI membranes with empty

experiments for transport, ie, membranes containing only CTA / PVC and o-NPOE.

TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-II; 0.3 g of PVC was dissolved in 20 mL of dichloromethane at room temperature. The plasticizer (o-NPOE, 0.4 mL) in dichloromethane (5 mL) and Lewis acid-type calix[4]arene as an ion carrier (13.3 mg) were then added. Then, similar procedures in TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-I were applied to the TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-II.

Characterization: Thermo gravimetric analysis (TGA), Scanning electron microscope (SEM), and Differential Scanning Calorimeter (DSC) techniques were used to characterize the TMAC[4]Bu⁺@PI membranes.

Transport experiments: The aqueous solution transport of the dichromate anions was carried out using a cell consisting of two separable sections made of Teflon (Koseoglu et al., 2010). Both the volumes of the welding and receiving stages are equal to 40 cm³. On the experiments, membrane samples having an effective membrane area of 7.00 cm² were used and both phases were mixed with a magnetic stirrer at 500 rpm. All measurements were made at room temperature. The feed phase contained dichromate (10⁻⁴M) solutions and the receptor phase contained deionized water. The penetration rate of the dichromate anions was determined by sampling the source phase. Samples were then analyzed at regular intervals (every 2 hours) and dichromate anion concentrations in the receptor phases were measured by UV-VIS analysis at 610 nm (Bozkurt & Turkmen, 2018).

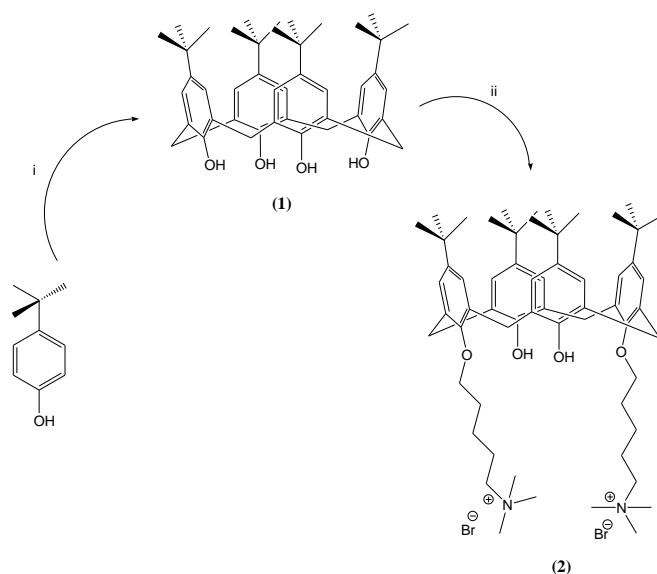
The recovery factors (RF%) of the trace metals were calculated from the following equation:

$$RF\% = \left(1 - \frac{C_r}{C_f}\right) \cdot 100$$

C_r and C_f (molL⁻¹) are dichromate concentrations in the receiver and feed phases, respectively

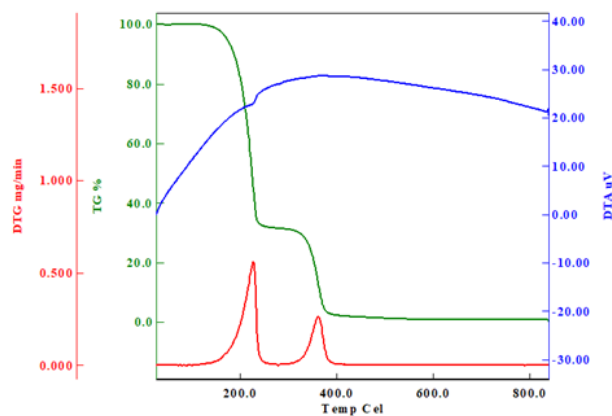
RESULT and DISCUSSION

Synthesis: This articles lies on the fabrication and investigation dichromate anion transport efficiency of a new Lewis-acid type calix[4]arene-embedded polymer inclusion membrane. In order to receive this goal, an effective as well as selective Lewis-acid type calix[4]arene derivative was synthesized by the reaction of *p-tert*-butylcalix[4]arene with (5-bromopentyl)trimethylammonium bromide in the presence of K₂CO₃ according to the applied literature method (Sayin & Yilmaz, 2017).

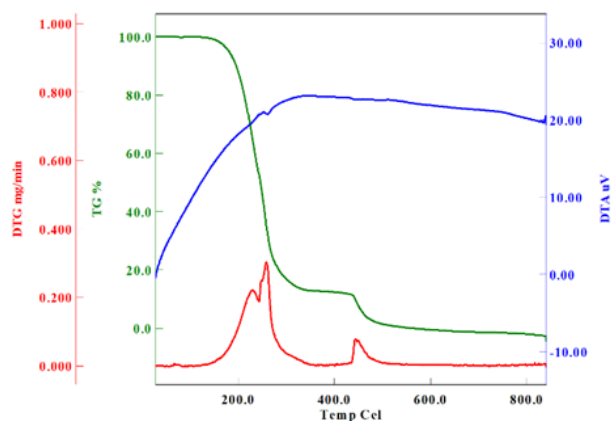


Scheme 1. Synthesis of Lewis acid-type calix[4]arene derivative (2). Reaction conditions; (i) HCHO, NaOH; (ii) (5-bromopentyl)trimethylammonium bromide, K₂CO₃.

Characterization of TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-I and TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-II:



TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-I



TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-II

Figure 1. The TGA curves of TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-I and TMAC[4]Bu⁺@PI membrane-II

Figure 1 depicts thermogravimetric analysis (TGA) result of the TMAC[4]Bu^t@PI membranes. TMAC[4]Bu^t@PI membrane-I was found to exhibit the thermal decomposition temperature at about 227 and 361 °C; all correspond to high weight loss of the Lewis acid type calix[4]arene derivative and thermal depolymerization of CTA. The thermal decomposition temperature, at about 259, 300 and 444 °C, all corresponds to the high weight loss of the Lewis acid type calix[4]arene derivative and thermal depolymerization of PVC for TMAC[4]Bu^t@PI membrane-II.

The morphologies of TMAC[4]Bu^t@PI membranes and without calixarene TMAC[4]Bu^t@PI membranes were appraised by scanning electron microscopy (SEM) in Figure 2. As shown in Figures 2b and 2d, TMAC[4]Bu^t@PI membranes exhibit substantially different morphology in their distribution over shapes and surfaces. This finding showed that the Lewis acid type calix[4]arene derivative was successfully embedded in the polymer-containing membrane.

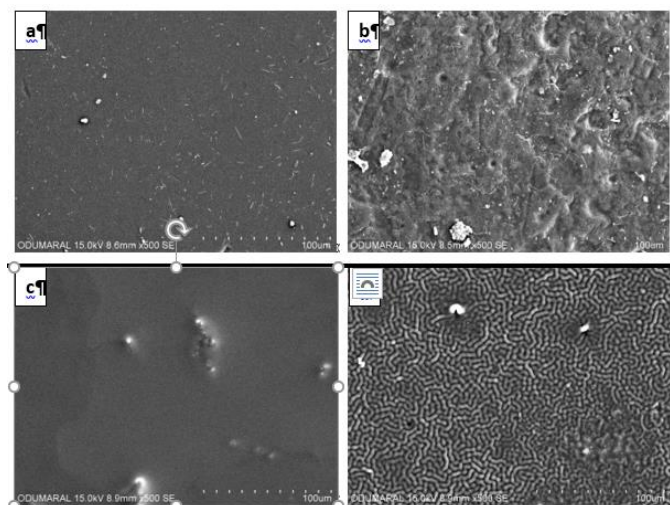


Figure 2. The SEM images a) TMAC[4]Bu^t@PI membranes-I without calixarene b) TMAC[4]Bu^t@PI membranes-I c) TMAC[4]Bu^t@PI membranes-II without calixarene d) TMAC[4]Bu^t@PI membranes

The T_g is the glass transition temperature of the polymers in DSC experiments (the midpoint of the change in heat capacity). Glass transition temperatures (T_g) of the PIMs were investigated on a Hitachi DSC 7020 double-furnace differential scanning calorimeter (DSC) under nitrogen flow (20 mL min⁻¹) at a heating rate of 20 °C min⁻¹ from -100 °C to 200 °C.

The calixarenes decrease the glass transition temperature of PIMs and improve their flexibility (see Table 1). Glass transition temperatures of TMAC[4]Bu^t@PI membranes without calixarene in this study was detected as -79.0±1.2 °C and TMAC[4]Bu^t@PI membrane-I was detected as -81.1±1.4 °C. For TMAC[4]Bu^t@PI membrane-II was detected as -70.8±1.6 °C and TMAC[4]Bu^t@PI membrane-I was detected as -74.8±1.5 °C. The calixarenes have been shown to reduce T_g values and increase the flexibility of TMAC[4]Bu^t@PI membranes.

Table 1. Glass transition temperatures of TMAC[4]Bu^t@PI membranes.

Membranes	Glass transition temperatures (°C)
TMAC[4]Bu ^t @PI membrane-I without calixarene	-79.0±1.2
TMAC[4]Bu ^t @PI membrane-I	-81.1±1.4
TMAC[4]Bu ^t @PI membrane-II without calixarene	-70.8±1.6
TMAC[4]Bu ^t @PI membrane-II	-74.8±1.5

Transport studies: The RF values of the dichromate anions were calculated from the receiver phase concentration divided to initial phase concentration, and the results are given in Table 1. The results are obtained at 95% confidence level (N=3). It can be seen that the highest RF values of dichromate anions are obtained by TMAC[4]Bu^t@PI membrane-I.

Table 1. RF values of dichromate anions for TMAC[4]Bu^t@PI membranes.

Membranes	RF values
TMAC[4]Bu ^t @PI membrane-I	44,118±0,125
TMAC[4]Bu ^t @PI membrane-II	36,420±0,141

CONCLUSION

Lewis acid type calix[4]arene, cellulose triacetate (CTA) or polyvinyl chloride (PVC) was used to make novel TMAC[4]Bu^t@PI membranes. The obtained TMAC[4]Bu^t@PI membranes were used for dichromate anions transfer capabilities. The results are summarized as follows:

- The structure and surface morphology of PIMs were determined by TGA, SEM and DSC techniques. SEM images comparing calixarene membrane-free membrane with TMAC[4]Bu^t@PI membrane-I and TMAC[4]Bu^t@PI membrane-II show that the calixarene derivative has been successfully embedded in the membrane.
- Donnan dialysis was performed to transport the dichromate anions from the aqueous solution using TMAC[4]Bu^t@PI membranes. It can be seen that the highest RF values of dichromate anions are obtained by TMAC[4]Bu^t@PI membrane-I.
- The use of the Donnan dialysis method for the removal of dichromate anions from the aqueous solution appears to be a viable method, especially in TMAC[4]Bu^t@PI membranes.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Giresun University (FEN-BAP-A-230218-29) Scientific Research Project.

REFERENCES

- Bayrakci, M., Ozcan, F., Yilmaz, B. & Ertul, S. (2017).** Electrospun Nanofibrous Polyacrylonitrile / calixarene Mats: an Excellent Adsorbent for the Removal of Chromate Ions from Aqueous Solutions. *Acta Chimica Slovenica*, **64**(3), 679-685.
- Bozkurt, S., Kocabas, E., Durmaz, M., Yilmaz, M. & Sirit, A. (2009).** Synthesis and dichromate anion sorption of silica gel-immobilized calix[4]arenes. *Journal of Hazardous Materials*, **165**(1-3), 974-979.
- Bozkurt, S. & Turkmen, M.B. (2018).** Synthesis of Calix[4]arene-Based Thiourea Derivatives for Extraction of Toxic Dichromate and Arsenate Ions. *Polycyclic Aromatic Compounds*, **38**(2), 157-167.
- Engin, M.S., Sayin, S. & Cay, S. (2018).** Utilization of transport efficacy of novel calix[4]arene-embedded polymer inclusion membrane towards trace metals. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, **92**(1-2), 173-179.
- Engin, M.S., Sayin, S., Cay, S., Kir, E. & Sardohan-Koseoglu, T. (2019).** Preparation and characterisation of thiol functionalised p-tert-butylcalix[4]arene-embedded polymer inclusion membranes: performance and selectivity. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, **99**(11), 1103-1111.
- Gutsche, C.D. (1990).** Single step synthesis and properties of calixarenes In Calixarenes: A Versatile Class of Macrocyclic Compounds, ed. Vicens *Topics in Inclusion Science* (pp. 3-37).
- Hsu, L.C., Wang, S.L., Lin, Y.C., Wang, M.K., Chiang, P.N., Liu, J.C. & Tzou, Y.M. (2010).** Cr(VI) Removal on Fungal Biomass of *Neurospora crassa*: the Importance of Dissolved Organic Carbons Derived from the Biomass to Cr(VI) Reduction. *Environmental Science & Technology*, **44**(16), 6202-6208.
- Kaya, A., Onac, C., Alpoguz, H.K., Yilmaz, A. & Atar, N. (2016).** Removal of Cr(VI) through calixarene based polymer inclusion membrane from chrome plating bath water. *Chemical Engineering Journal*, **283**, 141-149.
- Koseoglu, T.S., Kir, E., Ozkorucuklu, S.P. & Karamizrak, E. (2010).** Preparation and characterization of P2FAn/PVDF composite cation-exchange membranes for the removal of Cr(III) and Cu(II) by Donnan dialysis. *Reactive & Functional Polymers*, **70**(11), 900-907.
- Krishna, P.G., Gladis, J.M., Rambabu, U., Rao, T.P. & Naidu, G.R.K. (2004).** Preconcentrative separation of chromium(VI) species from chromium(III) by coprecipitation of its ethyl xanthate complex onto naphthalene. *Talanta*, **63**(3), 541-546.
- Liu, Y.N. & Zhong, Z.M. (2018).** Extraction of Heavy Metals, Dichromate Anions and Rare Metals by New Calixarene-Chitosan Polymers. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, **28**(3), 962-967.
- Nghiem, L.D., Mornane, P., Potter, I.D., Perera, J.M., Cattrall, R.W. & Kolev, S.D. (2006).** Extraction and transport of metal ions and small organic compounds using polymer inclusion membranes (PIMs). *Journal of Membrane Science*, **281**(1-2), 7-41.
- Sap, A., Tabakci, B. & Yilmaz, A. (2012).** Calix[4]arene-based Mannich and Schiff bases as versatile receptors for dichromate anion extraction: synthesis and comparative studies. *Tetrahedron*, **68**(42), 8739-8745.
- Sayin, S., Ozcan, F. & Yilmaz, M. (2011).** Preparation and Application of Calix[4]arene Derivatives Bearing Pyridinium Units-Grafted Magnetite Nanoparticles for Removal of Dichromate and Arsenate Anions. *Journal of Macromolecular Science Part a-Pure and Applied Chemistry*, **48**(5), 365-372.
- Sayin, S. & Yilmaz, M. (2017).** Synthesis of environmentally friendly, efficient and highly recyclable Lewis acid-type calix[4]arene catalysts containing flexible or bulky groups for the Mannich reaction. *Rsc Advances*, **7**(18), 10748-10756.
- Tabakci, M. & Yilmaz, M. (2008).** Synthesis of a chitosan-linked calix[4]arene chelating polymer and its sorption ability toward heavy metals and dichromate anions. *Bioresource Technology*, **99**(14), 6642-6645.
- Zawierucha, I., Kozłowski, C. & Malina, G. (2013).** Removal of toxic metal ions from landfill leachate by complementary sorption and transport across polymer inclusion membranes. *Waste Management*, **33**(10), 2129-2136.

*Corresponding author's:

Seydahmet CAY

Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Giresun University, 28200 Güre, Giresun, Turkey.

E-mail : seydahmet.cay@giresun.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-0045-8217>

Tel/Fax : + 90 (454) 310 13 75

GSM : +90 (505) 656 53 00

Üniversite Öğrencilerinin Akvaryum Balıkları Satış Yerleri Hakkındaki Görüş ve Tutumları

Baki AYDIN

Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, 07058-Antalya, Türkiye
<https://orcid.org/0000-0003-4010-1060>

Received date: 11.10.2019

Accepted date: 04.12.2019

Atf yapmak için: Aydın, B. (2019). Üniversite Öğrencilerinin Akvaryum Balıkları Satış Yerleri Hakkındaki Görüş ve Tutumları. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 465-472.

How to cite: Aydın, B. (2019). Students' Opinions and Attitudes about Retail Aquarium Stores. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 465-472.

Öz: Ülkemizde akvaryum sektörü; üreticiler, ithalat ve ihracat yapan firmalar, toptancılar, perakende akvaryumcu/petshop satış yerleri ve tüketicilerden oluşmaktadır. Bu çalışmada, üniversite öğrencilerinin akvaryum balıkları perakende satış yerleri ile ilgili görüş ve tutumları tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada çalışma grubu, Akdeniz Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 600 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırma, üniversite öğrencisi ile yüz yüze yapılan görüşmelerle anket yoluyla gerçekleştirilmiştir. Üniversite öğrencilerinin akvaryum balıkları satış yerleri ile ilgili görüş ve tutumlarının belirlenmesine yönelik 19 kapalı uçlu sorudan oluşan 5'li likert-tipi tutum ölçeği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Anket yoluyla elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistikler, bağımsız örneklem t testi ve tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Anket çalışmasından elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçları yorumlanarak öğrencilerin akvaryum balıkları satış yerleri hakkındaki görüş ve tutumları açıklanmaya çalışılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda, "Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri" ölçeğinde öğrenci cevaplarının ortalaması 2,5-3,0 arasında olduğu ve öğrencilerin çoğunluğu kısmen katılıyorum kısmen katılmıyorum cevabını verdikleri görülmüştür. Araştırmadan elde edilen veriler doğrultusunda, öğrencilerin akvaryum balıkları satış yerleri hakkındaki görüşlerinin olumsuz olmadığı ancak olumlu olarak da değerlendirilemeyeceği sonucuna varılmıştır. Araştırma sonucunda satış yerleri ile ilgili olarak gelecekteki müşteri profili, satış yerlerinin nasıl olması gerektiği ile ilgili fiziksel ortam ve diğer konularda birtakım önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Perakende ticaret sektörü, süs balıkları, tüketici davranışı, beklenti.

Students' Opinions and Attitudes about Retail Aquarium Stores

Abstract: The aquarium sector in Turkey consists of breeders, import and export companies, wholesalers, retail aquarium stores and consumers. In this study, it was aimed to determine the opinions and attitudes of university students about retail aquarium stores. The study group consisted of 600 students studying at a public university in the Mediterranean Region in Turkey. We conducted face-to-face survey with students. The five-point Likert-type scale consisting of 19 closed-ended questions was used as a data collection tool. Descriptive statistics, independent sample t-test, and one-way ANOVA were used in the analysis of the data. The results of the statistical analysis of the survey data were interpreted to explain the students' views and attitudes about retail aquarium stores. As a result of the study, it was seen that the average student responses on the "Student opinions about retail aquarium stores" scale were between 2.5-3.0 and the majority of the students answered partly agree or partly disagree. According to the data obtained from the research, it is concluded that the students' opinions about retail aquarium stores are not negative but cannot be evaluated as positive. In addition, as a result of the research, some suggestions have been made regarding the future customer profile of the sector, how the aquarium store should be as a physical environment, and other issues.

Keywords: Retail trade sector, ornamental fish, consumer buying behavior, expectation.

GİRİŞ

Akvaryum (Süs) balıkları sektörü küresel alanda 125'den fazla ülkede, 2500'den fazla türde 15 milyar \$ civarında ekonomik değer yaratan önemli bir kazanç kapısı olarak görülmektedir (Hekimoğlu, 2006; Aydın, 2018; Satam vd., 2018). Bu sektör ülkemizde üreticiler, ithalat ve ihracat yapan firmalar, toptancılar, perakende satış yerleri (Akvaryumcu) ve tüketicilerden oluştuğu, balıkların ticaretinde genelde toptancıdan veya üreticiden tüketiciye doğru bir satış şekli görülmektedir (Tolon & Emiroğlu, 2014; Aydın, 2018). Son yıllarda ülkemizde tüketicilerin akvaryum balıkları satın alması, ev ve iş ortamında balıkları akvaryumda beslemesi popüler bir hobi haline gelmiştir. Yapılan bir araştırmada üniversite öğrenimi gören tüketicilerin %86,4'ü akvaryum balıklarını akvaryumculardan, %2,4'ü hobicilerden, %1,8'i üreticilerden ve %1,2'si ise toptancılardan satın aldığı bildirilmiştir (Aydın, 2018). Bu noktadan yola çıkarak tüketicilerin büyük bir kısmının akvaryum balıklarını perakende satış noktası olan akvaryumculardan satın alındığı anlaşılmaktadır. Öztürk (2006) perakendeciliği, üretici ve tüketici arasında malların naklini sağlayan aracılık hizmetleri şeklinde tanımlamıştır. Perakende sektörü, son yıllarda teknolojinin gelişmesi ve yeni iş süreçleri ile birlikte hızlı bir değişim süreci yaşamaktadır. Genç kuşakların değişmesi ile birlikte sosyal, kültürel ve ekonomik alanlarda yaşanan değişiklikler perakende sektöründe farklı tüketici davranışlarının görülmesine neden olmaktadır (Tutgun, 2018). Ayrıca tüketicilerin perakende sektöründe mağaza seçimi ve alış-veriş davranışını etkileyen mağaza konumu, mağaza dizaynı, ürün yelpazesi, fiyat politikası ve personel gibi faktörlerin bilinmesi önemlidir (Odabaşı & Barış, 2016; Başdeğirmen & Tunca, 2018). Akvaryum balıkları satış yerlerinin potansiyel müşterisi olan üniversite öğrencilerinin gelecekte de önemli bir müşteri kitlesi olacağı aşikârdır. Bu kesimin satış yerleri hakkındaki tutum ve görüşlerinin bilinmesi ve bu görüşler üzerinde gerekli incelemelerin yapılması hem akvaryum balıkları sektörü hem de perakende alanında faaliyet gösteren akvaryum balıkları satış yerleri açısından önem arz etmektedir. Araştırma, akvaryum balıkları satış yerlerinde sadece kazanç getiri anlayışından ziyade müşteri memnuniyeti kültürünün oluşturulması ve akvaryum balıkları perakende satış yerlerinde ticaretin geliştirilmesi bakımından önem arz etmektedir. Gıda amaçlı su ürünleri yetiştiriciliği alanında literatürde su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıkları ile ilgili olarak araştırmalar mevcuttur (Aydın & Karadurmuş, 2013; Arslan & İzci, 2016; Bayraktar vd., 2019). Ancak, ülkemizde perakende sektöründe faaliyet gösteren akvaryum işletmelerinin sayıları, satışa sunulan su ürünleri türleri, satış miktarı, fiyat politikası, personel özellikleri ve fiziksel özellikleri gibi bir takım eksiklikler mevcuttur (Kılıçerkan & Çek, 2011; Büyüктаş & Kızak, 2018). Bu çalışmada katılımcıların akvaryum balıkları satış yerleri hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi ve bu görüşler

doğrultusunda akvaryum balıkları satış yerlerinde gerekli düzenlemelerin yapılması ile kazancın artırılmasında ve sektörün gelişmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırmanın evreni ve örnekleme: Araştırmanın evrenini ve örneklemini Akdeniz Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan lisans öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğrencilerin sosyal, fen ve sağlık alanlarından eşit sayıda temsil edilmesine çalışılmıştır. Araştırmada örneklem sayısının belirlenmesinde Kirel vd. (2016) çalışmasındaki formül kullanılmıştır. %95 güvenilirlik sınırları içerisinde %5'lik hata payı dikkate alınarak temsil edilebilecek örneklem sayısı belirlenmiştir. Akvaryum balıklarına ilgisi ve akvaryum balıkları satış yerlerinde çeşitli deneyimleri olan ve tesadüfi olarak seçilen toplam 600 öğrenci ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

Verilerin toplaması: Araştırmada veri toplama aracı olarak anket yöntemi uygulanmıştır. Anket, öğrencilerle yüz yüze yapılan görüşmeler şeklinde uygulanmıştır. Adaylar üzerinde uygulanan anket formu iki bölümden oluşmaktadır. Hazırlanan anket formunun birinci kısmında adayların demografik özelliklerinin belirlenmesine yönelik sorular, ikinci kısımda üniversite öğrencilerinin akvaryum balıkları satış yerleri ile ilgili görüş ve tutumlarının belirlenmesine yönelik 19 kapalı uçlu sorudan oluşan 5'li likert-tipi tutum ölçeği kullanılmıştır (Braxton, 1998). "Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri" tutum ölçeği soruları bulgular kısmında verilmiştir. Yanıtlar "kesinlikle katılıyorum, katılıyorum, kısmen katılıyorum kısmen katılmıyorum, katılmıyorum, kesinlikle katılmıyorum" şeklinde sıralanmaktadır.

Verilerin analizi: Çalışmada elde edilen verilerin analizinde SPSS 22.0 (IBM SPSS Statistics Base v23, IBM Corporation, New York, USA) paket programı kullanılmıştır. Araştırma kapsamında öğrencilere uygulanan "Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri" ölçeğinin güvenilirliğini test etmek amacı ile Cronbach Alpha güvenilirlik analizi yapılmıştır (Bademci, 2006; Bademci, 2011). Betimleyici istatistik sonuçları genel olarak frekans ve yüzde dağılımı şeklinde verilmiştir. Anket çalışmasından elde edilen verilerin normalliğine ilişkin durumun belirlenmesinde Kolmogorov Smirnov testinden yararlanılmıştır. Kolmogorov Smirnov testinde "Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri" ölçeğinin normal dağılım göstermediği tespit edilmiş ($P<0,05$), verilerin normalliğine ilişkin nihai kararı verebilmek için ise verilerin çarpıklık ve basıklık (Skewness & Kurtosis) katsayıları incelenmiştir. Tabachnick & Fidell (2013), çarpıklık ve basıklık değerlerinin +1,500 ve -1,500 değerleri arasında, George & Mallery (2010) ise -2 ile +2 arasında olduğu durumlarda verilerin normal dağılım gösterdiği sonucunun kabul edilebileceğini bildirmişlerdir.

Dolayısı ile bu çalışmaya ait verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine ilişkin kararı, çarpıklık ve basıklık katsayılarının incelenmesi sonrasında verilmiştir. “Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri” ölçeğinden aldıkları puanların cinsiyet değişkenine göre farklılık olup olmadığının tespitinde bağımsız gruplar için t testi, gelir durumuna göre ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tablo 1’de ankete katılan öğrencilerin cinsiyet ve yaş durumlarına ilişkin anket verileri incelendiğinde ankete katılan toplam 600 öğrencinin 315’i erkek, 285’i kadın olduğu, yaş olarak incelendiğinde 210 öğrencinin 18-20 yaşında, 250 öğrencinin 20-22 yaşında, 86 öğrencinin 22-24 yaşında, 54 öğrencinin ise 24 yaş ve üzerinde olduğunu belirlenmiştir. Ankete katılan öğrencilerin çoğunluğunu 18-20 ve 20-22 yaş aralığı oluşturmaktadır. Hane halkı gelirleri incelendiğinde ise öğrencilerin çoğunluğunun 2000 TL ve altında (197 öğrenci), ve 2000-4000 TL arasında (247 öğrenci) olduğu anlaşılmıştır. Öğrencilerin hane halkı gelirlerinin daha çok 4000 TL altında olduğu, çok yüksek olmadığı anlaşılmaktadır. Ankete katılan öğrencilerin %65,1’i Sosyal Bilimler alanında, %34,9’u ise Sağlık, Fen ve Mühendislik Bilimleri alanında öğrenim görmekte olduğu tespit edilmiştir.

“Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri” ölçeğinin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı değerinin 0,863 olduğu tespit edilmiştir. Bu güvenilirlik

katsayı değerinin çalışmalarda 0,70 ya da daha yüksek olması beklenmektedir (Özdamar, 2013). Bu çalışmadaki ölçeğin yüksek güvenilirlik düzeyinde olduğu, Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı değerinin 0,70 üzerinde olmasıyla anlaşılmaktadır. Tablo 2’de ankete katılan öğrencilerin akvaryum balıkları satış yerleri hakkındaki görüş ve tutumlarına ait anket sorularına yaptıkları değerlendirmeye ait bulgular yer almaktadır. Öğrencilerin akvaryum balıkları satış yerleri hakkında görüş ve tutumlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen ölçekte 1 kesinlikle katılıyorum, 2 katılıyorum, 3 kısmen katılıyorum kısmen katılmıyorum, 4 katılmıyorum ve 5 kesinlikle katılmıyorum şeklinde tutum puanı verilmiştir. Öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevapların tutum puanları ortalamaları 13. soru hariç 1’e yaklaştıkça yüksek tutum, 5’e yaklaştıkça düşük tutum olmaktadır. Yapılan değerlendirmede; (1,0-1,50) kesinlikle katılıyorum, (1,51-2,50) katılıyorum, (2,51- 3,50) kısmen katılıyorum kısmen katılmıyorum, (3,51-4,50) katılmıyorum, (4,51-5,0) kesinlikle katılmıyorum olarak alınmıştır (Cop & Oyan, 2010).

Tablo 1. Ankete katılan öğrencilerin cinsiyet, yaş ve hane halkı gelir durumları (Aydın, 2018).

	Gruplar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Cinsiyet	Erkek	315	52,5
	Kadın	285	47,5
Yaş	18-20	210	35,0
	20-22	250	41,7
	22-24	86	14,3
	24 ve üzeri	54	9,0
Hane halkı geliri (₺)	2000 ve altı	197	33,1
	2000-4000	247	41,5
	4000-6000	89	15,0
	6000 ve üzeri	62	10,4

Tablo 2. Öğrencilerin “Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri” ölçeği hakkında yaptıkları değerlendirmeye ait bulgular.

Sıra no	Ölçek Soruları	Kesinlikle katılıyorum		Katılıyorum		Kısmen katılıyorum		Kısmen katılmıyorum		Katılmıyorum		Kesinlikle katılmıyorum		Toplam	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	Satış yerlerinin dış görüntüsü ve ismi dikkat çekicidir.	182	30,7	250	42,2	91	15,4	50	8,4	19	3,2	592	100		
2	Satış yerlerinin fiziksel ortamı uygun ve yeterli büyüklüktedir.	56	9,5	147	24,8	220	37,2	141	23,8	28	4,7	592	100		
3	Satış yerlerinin dizaynından ve düzeninden memnunuz.	31	5,3	133	22,9	258	44,3	130	22,3	30	5,2	582	100		
4	Balıkların sergilendiği akvaryumlar yeterli büyüklükte ve sayıdadır.	35	6,0	124	21,3	226	38,8	154	26,5	43	7,4	582	100		
5	Satış yerlerinde sadece su ürünleri türlerinin satışı yapılması gerektiği düşüncesindeyim.	110	18,8	187	32,0	139	23,8	108	18,5	40	6,8	584	100		
6	Balıkların sergilendiği akvaryumlar, sizin balıkları görmemiz ve incelememiz için uygundur.	57	9,7	242	41,2	168	28,6	94	16,0	26	4,4	587	100		
7	Satış yerlerindeki balıkların sergilendiği alan aydınlık ve ferah olduğunu düşünüyorum.	38	6,5	156	26,6	201	34,2	149	25,4	43	7,3	587	100		
8	Satış yerlerinde balık çeşitliliği ve sayısı yeterlidir.	27	4,6	121	20,8	226	38,8	162	27,8	47	8,1	583	100		
9	Satış yerlerinde istediğim balığı/türü genellikle bulurum.	45	7,8	185	32,0	195	33,7	117	20,2	36	6,2	579	100		
10	Satış yerlerindeki satılan balıkların sağlıklı olduğu düşüncesindeyim.	25	4,3	122	20,7	276	46,9	116	19,7	49	8,3	588	100		
11	Satış yerlerindeki satılan malzemelerin kalitesinden memnunuz.	32	5,5	158	27,2	276	47,5	86	14,8	29	5,0	581	100		
12	Satış yerlerindeki satın aldığımız malzeme ve ürün ambalajından memnunuz.	37	6,4	179	30,8	249	42,9	93	16,0	23	4,0	581	100		
13	Satış yerlerindeki balıkların ve diğer satılan malzemelerin fiyatı pahalıdır.	96	16,5	180	30,9	232	39,9	62	10,7	12	2,1	582	100		
14	Satış yerlerinin temizliğinden memnunuz.	21	3,6	118	20,2	258	44,1	130	22,2	58	9,9	585	100		
15	Balıkların bakımı ve beslenmesi konusunda satış temsilcisi bilgi verir.	65	11,2	281	48,4	155	26,7	55	9,5	25	4,3	581	100		
16	Satış temsilcisinin bana ilgisinden, yaklaşımından ve tutumlarından memnunuz.	50	8,5	225	38,3	237	40,3	52	8,8	24	4,1	588	100		
17	Genel olarak satış yerlerinden memnun olarak ayrılıyorum.	39	6,6	220	37,5	256	43,6	48	8,2	24	4,1	587	100		
18	Gittiğim satış yerini bir başkasına tavsiye ederim.	53	9	218	36,9	241	40,8	45	7,6	33	5,6	590	100		

Aydın (2018), üniversite öğrencileri ile gerçekleştirdiği anket çalışmasında öğrencilere akvaryum balığını nereden satın aldıkları sorulduğunda %86,4’ü akvaryumculardan, %2,4’ü hobicilerden, %1,8’i üreticilerden ve %1,2’sinin ise toptancılardan satın aldığı sonucuna varmıştır. Bu sonuç incelendiğinde akvaryum satış yerlerinin şuan ve gelecekte potansiyel müşteri kitlesi olan üniversite öğrencilerinin büyük çoğunluğunun akvaryum balıkları

ihtiyacını akvaryumculardan karşıladığı görülmektedir. Akvaryum sektörünün önemli bir perakende ayağı olan akvaryum balıkları satış yerlerinin müşterilerin talep ve isteklerini karşılayabiliyor olması bu işletmelerin ve sektörün gelişmesine olanak sağlayacaktır. Bu çalışmada akvaryum balıkları satış yerlerinin öğrenci gözünden değerlendirilmesi amacıyla öğrencilere anket yoluyla on sekiz farklı kapalı uçlu soru yöneltilmiştir. Ankette Tablo 2’de görüleceği üzere

öğrencilere “Satış yerlerinin dış görünüşü ve ismi dikkat çekicidir” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya öğrencilerin %30,7’si kesinlikle katılıyorum, %42,2’si katılmıyorum, %15,4’ü kısmen katılıyorum kısmen katılmıyorum, %8,4’ü katılmıyorum cevabını verirken %3,2’si ise kesinlikle katılmıyorum cevabını vermiştir. Genel olarak ankete katılan öğrencilerin çoğunluğu (%72,9) satış yerlerinin dış görünüşü ve ismi dikkat çekici olduğunu ifade ederken, %11,6’sı ise satış yerlerinin dış görünüşü ve ismi dikkat çekici olmadığını ifade etmişlerdir. Cinsiyet açısından değerlendirildiğinde, kadınların “Satış yerlerinin dış görünüşü ve ismi dikkat çekicidir” sorusuna verdikleri cevapların ortalaması $X=2,14$ olduğu, erkeklerin $X=2,09$ ve genel ortalamasının ise $X=2,11$ olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3, Tablo 4). Yapılan t-test sonucuna göre cinsiyetler itibariyle “Satış yerlerinin dış görünüşü ve ismi dikkat çekicidir” sorusuna verilen cevapların ortalamaları arasında anlamlı farklılığın olmadığı saptanmıştır ($P>0,05$). Satış yerlerinin iç ve dış görünüşü ve imajı müşteriler açısından önemsendiği düşünülmektedir. Çünkü bir araştırmada satış yerlerinin fiziksel özellikleri, görünüşü ve imajı satış yapılan ürünlerin algılanan kalitesiyle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Sheinin & Wagner, 2003; Yücel & Yücel, 2012; Bulur, 2017). Tablo 2’de verilen 6. soruda “Balıkların sergilendiği akvaryumlar, sizin balıkları görmeniz ve incelemeniz için uygundur.” sorusuna öğrencilerin çoğunluğu %41,2’si katılıyorum diye cevap verirken %28,6’sı kısmen katılıyorum kısmen katılmıyorum, %16’sı da katılmıyorum cevabını vermiştir. Burada bazı müşteriler tarafından akvaryumlardaki balıkların sergilenme şeklini beğenirken bazılarının beğenmediği ortaya çıkmaktadır. Erkekler ile kadınlar arasında “Satış yerlerinin fiziksel ortamı uygun ve yeterli büyüklüktedir” sorusuna verilen cevapların ortalamaları arasında anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Tablo 4). 7. sorudaki “Satış

yerlerindeki balıkların sergilendiği alan aydınlık ve ferah olduğunu düşünüyorum.” sorusuna öğrencilerin %34,2 kısmen katılmış kısmen katılmamış ve %25,4 ise katılmamıştır. 6. ve 7. sorulara öğrencilerin verdiği cevaplarda bazı öğrencilerin memnuniyet düzeylerinin düşük olduğu görülmektedir. Satışı yapılan ürünün sergilendiği yerin ve sergileme şeklinin istenilen gibi olmaması, satış yeri ışıklandırmasının yetersiz olması ve ortam sıcaklık ayarlamasının yapılmadığı durumlarda müşteri memnuniyetinin azalacağı ve satış miktarını etkileyebileceği aşikârdır. Hem müşteriler açısından hem de mağazada satış yapılan balıklar açısından uygun bir aydınlatma ve ortam sıcaklığının ayarlanması önemlidir. Ayrıca, “Satış yerlerinin temizliğinden memnunuz” sorusuna verilen cevapların ortalamalarına bakıldığında kadınlar ($X=3,16$) ile erkekler ($X=3,13$) arasında anlamlı farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$) (Tablo 4). Bu sonuçlara bakıldığında satış yerlerinin temizliğinin istenilen seviyede yapıldığı söylenemez. Müşterilerin memnuniyet düzeylerinin düşük olduğu konularda gerekli hassasiyetin gösterilmesiyle müşterilerin memnuniyet düzeylerinin artırılması ve satış miktarının artırılması hedeflenmelidir. Çünkü mağaza içi düzenlemelerin ve mağaza atmosferinin müşterilerin müşteri sadakatinin artırılmasında önemli olduğunu ve mağaza atmosferi içeriği ile müşteri sadakati arasındaki ilişkinin önemli bulunduğu bildirilmektedir (Kurt, 2008). Günümüzde tüketicinin ilgisini çekmek ve mağaza içerisinde daha fazla zaman geçirmesini sağlamak amacıyla mağaza atmosferi yaratma çabası öne çıkmaktadır (Başdeğirmen & Tunca, 2018). Akvaryum balıkları satış yerlerinde bu amaçla farklı tasarımlarda akvaryum sistemleri tasarlanarak ve balık çeşitliliğinin artırılmasıyla müşterilerin mağazada hoş vakit geçirmelerine ve alış-veriş için daha fazla zaman ayırmalarına neden olacaktır.

Tablo 3. “Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri” ölçeği ortalama ve standart sapma değerleri.

Ölçek Soruları	X	SS
Satış yerlerinin dış görünüşü ve ismi dikkat çekicidir.	2,11	1,02
Satış yerlerinin fiziksel ortamı uygun ve yeterli büyüklüktedir.	2,91	1,03
Satış yerlerinin dizaynından ve düzeninden memnunuz.	3,01	0,95
Satış yerlerinde balık çeşitliliği ve sayısı yeterlidir.	3,18	0,99
Satış yerlerinde istediğim balığı/türü genellikle bulurum.	2,91	1,04
Satış yerlerindeki satılan balıkların sağlıklı olduğu düşüncesindeyim.	3,08	0,95
Satış yerlerindeki satılan malzemelerin kalitesinden memnunuz.	2,88	0,90
Satış yerlerindeki satın aldığımız malzeme ve ürün ambalajından memnunuz.	2,80	0,92
Satış yerlerindeki balıkların ve diğer satılan malzemelerin fiyatı pahalıdır.	2,51	0,95
Satış yerlerinin temizliğinden memnunuz.	3,14	0,96
Satış yerlerinde sadece su ürünleri satışı yapılması gerektiği düşüncesindeyim.	2,64	1,20
Balıkların sergilendiği akvaryumlar yeterli büyüklükte ve sayıdadır.	3,09	1,01
Balıkların sergilendiği akvaryumlar, sizin balıkları görmeniz ve incelemeniz için uygundur.	2,66	1,00
Satış yerlerindeki balıkların sergilendiği alan aydınlık ve ferah olduğunu düşünüyorum.	3,02	1,02
Aldığımız balıkların bakımı konusunda akvaryumcudaki satış temsilcisi bilgi verir.	2,45	0,95
Satış temsilcisinin bana ilgisinden, yaklaşımından ve tutumlarından memnunuz.	2,63	0,91
Genel olarak satış yerlerinden memnun olarak ayrılıyorum.	2,67	0,87
Gittiğiniz satış yerini bir başkasına tavsiye ederim.	2,67	0,95

I: Kesinlikle Katılıyorum, 5: Kesinlikle Katılmıyorum,

X: Puan ortalamaları, SS: Standart sapma

Öğrenciler “Satış yerlerinde sadece su ürünleri türlerinin satışı yapılması gerektiği düşüncesindeyim” sorusuna verdiği cevapların oranına bakıldığında %18,8’inin

kesinlikle katıldığı, %32 katıldığı, %23’ünün de kısmen katıldığı kısmen katılmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında öğrencilerin çoğunluğunun satış yerlerinde

sadece su ürünleri türlerinin satışı yapılması gerektiği düşüncesinde olduğu anlaşılmaktadır. Hunt & Koca (2014) çalışmasında, Mersin merkezindeki akvaryum satış yerlerinden sadece akvaryum balığı pazarlayan bir işletmenin olduğu, diğer işletmelerin ise kedi, köpek, tavşan, civciv ve kuş gibi çok çeşitli evcil hayvanları pazarladığı bildirilmiştir. Yine Büyüktaş & Kızak (2018) İstanbul'da yaptıkları çalışmada, akvaryum balığı satan işletmeler arasında sadece %32'si akvaryum işletmeciliği yaparken, %68'inin hem akvaryum hem de pet-shop olarak hizmet sunmakta olduğu ifade edilmiştir. Hunt & Koca (2014) ve Büyüktaş & Kızak (2018) çalışmalarındaki bildirilen çoğu akvaryum işletmelerinin yapısı bu çalışmadaki öğrencilerin satış yerleri hakkındaki görüş ve istekleriyle uyumlu olmadığı anlaşılmaktadır.

Öğrencilere "Satış yerlerindeki satılan balıkların sağlıklı olduğu düşüncesindeyim" sorusu sorulduğunda öğrencilerin %19,7'sinin katılmadığı, %8,3'nün ise hiç katılmadığı ve puan ortalamasının ise $3,08 \pm 0,95$ olduğu görülmektedir (Tablo 2, Tablo 3). Satış yerlerinde sağlıklı olmayan balıkların satışının yapılması müşteriyi zor durumda bırakacağı gibi akvaryum hobisinden soğumasına neden olabilecektir. Ayrıca o satış yerinden bir daha alış-veriş

yapmamasına neden olabilecektir. Satış yerlerinde bulunan su ürünleri türlerinin bakımı, beslenmesi ve sergilemesinin yapılması sırasında hayvan refahı açısından yeterli koşulların sağlanması gerekmektedir. Satışı yapılan türlerin stresten uzak tutulması, kaliteli ve sağlıklı türlerin satışının yapılması müşteri memnuniyeti açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Ancak İstanbul'da yapılan bir çalışmada çalışanların %98'inin su ürünlerine ait bir mesleki okulu bitirmediği, %65'inin de daha evvel hiç bir mesleki eğitim almadıkları belirlenmiştir (Büyüktaş & Kızak, 2018). Ayrıca İstanbul'da yapılan bir çalışmada akvaryum balıkları satış yerlerindeki çalışanların eğitim seviyesinin düşük olduğu bildirilmiştir (Çelik vd., 2010). Bu sonuçlara bakıldığında satış yerlerinde çeşitli olumsuzlukların gerçekleşebileceği ve müşteri memnuniyetinin azalacağı aşikârdır. Akvaryum balıkları satış yerlerinde istenmeyen ve meydana gelebilecek risklerden doğan maddi kayıpların ve zararın telef edilmesi su ürünleri sigortalarının uygulanabilirliği bu alanda araştırılmalıdır. Çünkü su ürünleri sigortasının, finansal istikrarın devamlılığı için önemli bir araç olarak görülmekte olduğu vurgulanmaktadır (Arslan & Akhan, 2018).

Tablo 4. Öğrencilerin akvaryum balıkları satış yerleri hakkında yaptıkları değerlendirmenin cinsiyete bağlı t-testi sonuçları.

	Gruplar	N	X	SS	T testi		
					t	df	p
Satış yerlerinin dış görünüşü ve ismi dikkat çekicidir.	Kadın	281	2,14	0,99	0,608	590,0	0,543
	Erkek	311	2,09	1,08			
Satış yerlerinin fiziksel ortamı uygun ve yeterli büyüklüktedir.	Kadın	282	3,00	0,99	2,310	589,3	0,021
	Erkek	310	2,80	1,04			
Balıkların sergilendiği akvaryumlar, sizin balıkları görmeniz ve incelemeniz için uygundur.	Kadın	277	2,70	0,95	1,320	585,0	0,186
	Erkek	310	2,59	1,05			
Satış yerlerinin temizliğinden memnunuz.	Kadın	280	3,16	0,90	0,414	580,9	0,679
	Erkek	305	3,13	1,04			
Satış yerlerinde balık çeşitliliği ve sayısı yeterlidir.	Kadın	277	3,22	0,91	1,979	581,0	0,048
	Erkek	306	3,06	1,04			
Genel olarak satış yerlerinden memnun olarak ayrılıyorum.	Kadın	279	2,63	0,81	-0,837	584,5	0,403
	Erkek	308	2,68	0,94			

N= Öğrenci sayısı, X=Puan ortalamaları, SS= Standart sapma

Öğrencilerin "Satış yerlerinde istediğim balığı/türü genellikle bulurum" sorusuna verdikleri cevapların dağılımına bakıldığında %20,2'sinin katılmadığı, %6,2'si ise hiç katılmadığı görülmektedir (Tablo 2). Bu soruya verilen cevapların ortalamasının ise $X=2,91 \pm 1,04$ olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Aydın, (2018) çalışmasında, öğrencilerin büyük bir oranının (%86,4) balıkları akvaryumculardan satın alırken bu çalışma sonuçlarında akvaryum satış yerlerinde bazı müşterilerin taleplerinin karşılanmadığı anlaşılmaktadır. "Satış yerlerinde istediğim balığı/türü genellikle bulurum" sorusuna katılmayanların oranını düşürmek için talep edilen türlerin akvaryum satış yerlerinde bulundurulması için gerekli çalışmalar yapılması, hem müşteri memnuniyeti ve sadakati hem de kazancın artırılması bakımından önemlidir. İstanbul'daki akvaryum satış yerlerinin %16'sından akvaryum malzemesi ve bitki satışının olmadığı bildirilmiştir (Büyüktaş & Kızak,

2018). Akvaryum satış yerlerinde tüketicilerin isteklerinin karşılanıyor olması oldukça önemlidir. Tüketicilerin gelir grupları itibariyle "Satış yerlerinde istediğim balığı/türü genellikle bulurum" sorusu arasındaki varyans analizi incelendiğinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı anlaşılmaktadır (Tablo 5). Buradan yüksek gelir grubu ile düşük gelir grubu öğrencilerin benzer balık/tür satın alma davranışında olduğu çıkarımı yapılabilir.

Öğrencilerin "Satış yerlerindeki balıkların ve diğer satılan malzemelerin fiyatı pahalıdır" sorusuna verdikleri cevapların dağılımına bakıldığında %16,5'inin kesinlikle katıldığı, %30,9'unun ise katıldığı belirtilmiştir. Ankete katılan öğrencilerin %47,4'nün satış yerlerindeki satılan balık ve malzeme fiyatının pahalı olduğunu düşünmektedir. Bu soruya verilen cevapların ortalamasının ise $X=2,51 \pm 0,95$ olduğu saptanmıştır. Tüketicilerin gelir grupları itibariyle "Satış yerlerindeki balıkların ve diğer satılan malzemelerin

fiyatı pahalıdır” sorusu arasındaki varyans analizi incelendiğinde, gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı anlaşılmaktadır (Tablo 6). Buradan bütün gelir grubu öğrencilerinin balık ve malzeme fiyatının pahalı olduğu düşüncesine sahip olduğu çıkarımı yapılabilir. Satış yerlerindeki ürün gruplarının satış fiyatlarının makul seviyede olması çok yüksek fiyat belirlenmemesi hem müşterinin alış-veriş yapmasına olanak sağlayacak hem de müşteri memnuniyeti sağlanmış olacaktır. Online alış-veriş sitelerindeki ürün çeşitliliği ve fiyat avantajı düşünüldüğünde akvaryum balıkları satış yerlerindeki ürün gruplarının fiyat politikasının iyi belirlenmesi son derece önemlidir.

Öğrencilerin “Genel olarak satış yerlerinden memnun olarak ayrılıyorum” sorusuna verdikleri cevapların dağılımına bakıldığında %6,6’sının kesinlikle katıldığı, %37,5’in katıldığı, %43,6’sının ise kısmen katıldığı kısmen katılmadığı belirlenmiştir. %44,1’lik bir memnuniyet oranı varken %12,3’lük bir kesimin ise satış yerlerinden memnun olarak ayrılmadığı, %43’lük bir kesimin ise tam bir çıkarımda bulunmadığı anlaşılmıştır. Bu soruya verilen cevapların ortalamasının ise $X=2,67\pm0,87$ olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin hane gelirleri ile “Genel olarak satış yerlerinden memnun olarak ayrılıyorum” sorusu arasındaki varyans analizi incelendiğinde, hane halkı gelirlerinin öğrencilerin satış yerlerindeki memnuniyet düzeyleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır (Tablo 7). Çağlak vd. (2018) çalışmasında Rize ilinde yer alan su ürünleri perakende satış yerlerinde çalışan personellerin sosyo-ekonomik durumları araştırılmış ve çalışanların çalışanlarının %60’ının maaşlarını yeterli bulmadığı, %20’sinin ise ek iş yaptığı bildirilmiştir. Satış temsilcilerinin eğitim düzeyi ve sosyo-ekonomik durumlarının yükseltilmesinin müşterilerin perakende satış yerlerinden memnun olarak ayrılmasında önemli etkisinin olacağı düşünülmektedir.

Tablo 5. Öğrencilerin hane gelirleri ile “Satış yerlerinde istediğim balığı/türü genellikle bulurum” sorusu arasındaki varyans analizi.

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Gruplar arası	3,098	3	1,033		
Grup içi	618,412	567	1,091	0,947	0,418
Toplam	621,510	570			

Tablo 6. Öğrencilerin hane gelirleri ile “Satış yerlerindeki balıkların ve diğer satılan malzemelerin fiyatı pahalıdır” sorusu arasındaki varyans analizi.

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Gruplar arası	1,309	3	0,436		
Grup içi	522,184	570	0,916	0,476	0,699
Toplam	523,493	573			

Tablo 7. Öğrencilerin hane gelirleri ile “Genel olarak satış yerlerinden memnun olarak ayrılıyorum” sorusu arasındaki varyans analizi.

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Gruplar arası	0,872	3	0,291		
Grup içi	445,418	575	0,775	0,375	0,771
Toplam	446,290	578			

“Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri” ölçeğinde genel olarak öğrenci cevaplarının ortalaması 2,5-3,0 arasında olduğu görülmektedir. Hiçbir soruda ortalamasının 2’nin altında olmadığı ve öğrencilerin çoğunluğu kısmen katılıyorum kısmen katılmıyorum cevabını verdikleri görülmektedir. Bu anket sonuçlarından yola çıkarak üniversite öğrencilerinin akvaryum balıkları satış yerleri hakkındaki görüşlerine ait ortalamaların yüksek olmadığı, dolayısı ile yüksek memnuniyet düzeylerine sahip olmadıkları anlaşılmaktadır. Niğde ilinde yapılan bir anket çalışması sonucunda katılımcıların %66,5’nin online alış-veriş yaptığı, katılımcıların online alış-verişi tercih etmelerinde fiyat avantajı, bol seçenek, en iyi ürünü satın alma ve zaman kazanma gibi faktörlerin etkili olduğu bildirilmiştir (Cop & Oyan, 2010; Kaplan, 2018). Teknolojinin gelişmesi, online alış-verişte güvenlik risklerinin azalması ve insanların online alış-verişte tecrübelerinin artmasıyla birlikte tüketicilerin online alış-veriş yapma ihtimallerinin artacağı ifade edilmektedir (Saydan, 2008). Dolayısıyla akvaryum balıkları satış yerlerinin şimdiki ve gelecekteki rekabet koşullarında ayakta kalabilmeleri için müşteri memnuniyet düzeylerinin artırılması gerekmektedir.

SONUÇLAR

Genel olarak “Akvaryum balıkları satış yerleri hakkında öğrenci görüşleri” tutum ölçeğine ait bulgular incelendiğinde öğrencilerin akvaryum balıkları satış yerleri hakkındaki görüşlerinin olumsuz olmadığı ancak olumlu olarak da değerlendirilemeyeceği sonucuna varılmış olup;

- Akvaryum balıkları satış yerleri kolay ulaşılabilir bir konum özelliğine sahip olması ve dış görünüşünün dikkat çekici olması,
- Akvaryum balıkları satış yerlerinde balık/ürün çeşitliliğinin müşteri isteklerini karşılayabiliyor olması,
- Akvaryum balıkları satış yerlerinde balıkların sergilendiği akvaryum büyüklüklerinin yeterli hacimde olması, balıkların ve diğer malzemelerin kolaylıkla görülebileceği şekilde sergilenmesi,
- Akvaryum balıkları satış yerlerinde bulunan su ürünleri türlerinin bakımı, beslenmesi ve sergilemesi sırasında hayvan refahı açısından yeterli koşulların sağlanması,
- Akvaryum balıkları satış yerlerinde satış temsilcilerinin yeterli bilgi ve donanıma sahip olması, müşteriye güven vermesi,
- Akvaryum balıkları satış yerlerinde sadece su ürünleri türlerinin ve malzemelerinin satışının yapılması,
- Akvaryum balıkları satış yerlerinde sağlıklı balık satışının yapıyor olması,

- Akvaryum balıkları satış yerlerinde su ürünleri teknikeri veya mühendisinin bulunması hem balık refahı hem de müşteri memnuniyet düzeyinin arttırılmasında önemli adımlar olarak düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde katkısı bulunan Zeliha Tiryakioğlu'na ve sorulara verdikleri cevaplardan ötürü ankete katılan değerli öğrencilerimize teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- Arslan, M. & İzci, L. (2016).** Antalya ili su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **12**(1), 75-85.
- Arslan, M.N. & Akhan, S. (2018).** Dünyada su ürünleri yetiştiricilik sigortaları uygulamaları. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **3**(3), 152-157.
- Aydın, B. (2018).** Knowledge and attitudes of college students about buying aquarium fish. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **35**(4), 447-454.
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2013).** Trabzon ve Giresun Bölgelerindeki su ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **3**(9), 57-71.
- Bademci, V. (2006).** Tartışmayı sonlandırmak: Cronbach'ın alfa katsayısı, iki değerli [0,1] ölçümlenmiş maddeler ile kullanılabilir. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, **13**, 438-446.
- Bademci, V. (2011).** Kuder-Richardson 20, Cronbach'ın alfası, Hoyt'un varyans analizi, genellenirlik kuramı ve ölçüm güvenilirliği üzerine bir çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, **17**, 173-193.
- Başdeğirmen, A. & Tunca, M.Z. (2018).** Mağaza atmosferi ve müziğin tüketicilerin satın alma davranışlarına etkilerine yönelik bir literatür araştırması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, **23**(4), 1305-1326.
- Bayraktar, S., Ergün, S. & Ayvaz, Z. (2019).** Ankara ve Çanakkale'de su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıklarının karşılaştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, **15**(2), 213-226.
- Braxton, J.M. (1998).** *Personal communication*. Vanderbilt University, Nashville, TN: USA.
- Bulur, Z. (2017).** Perakende mağaza tercihini etkileyen faktörlerin tüketici demografik özelliklerine göre farklılaşması üzerine bir araştırma. Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Bartın, Türkiye, 94s.
- Büyüktaş, E. & Kızak, V. (2018).** İstanbul Avrupa yakasında bulunan akvaryum işletmelerinin genel profilinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **14**(3), 196-207.
- Cop, R. & Oyan, D. (2010).** Küçük yerleşim yerlerindeki tüketicilerin, internetten ürün satın alma davranışları üzerine bir uygulama. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, **3**(1), 98-115.
- Çağlak, E., Karşlı, B., Gürdal, A. & Kara, B. (2018).** Social-economic analysis of employees in fish retail places: A case study of Rize province. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **3**(1), 34-41.
- Çelik, İ., Yılmaz, S., Çelik, P., Saygı, H., Önal, U. & Başhan, T. (2010).** The general profile of aquarium sector in İstanbul (Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **9**(23), 2973-2978.
- George, D. & Mallery, M. (2010).** *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference*, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson.
- Hekimoğlu, M.A. (2006).** Akvaryum sektörünün Dünyadaki ve Türkiye'deki genel durumu. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **23**(1-2), 237-241.
- Hunt, A. & Koca, Y. (2014).** Mersin merkezindeki akvaryum sektörünün genel profili'nin çıkarılması üzerine bir çalışma. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **31**(3), 145-150.
- Kaplan, H.E. (2018).** Research for the investigation of consumer attitudes towards online shopping in Niğde province. *International Journal of Scientific Research and Management*, **6**(9), 257-260.
- Kılıçerkan, M. & Çek, Ş. (2011).** Hatay ilçelerindeki akvaryum işletmelerinin genel profilinin çıkarılması üzerine bir araştırma. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **1**(4), 77-82.
- Kirel, Ç., Topgül, S. & Altınok, A. (2016).** Bankacılık sektöründe sosyal sermaye, motivasyon ve performans yönetimi arasındaki ilişkinin analizi. *İş, Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, **18**(2), 17-40.
- Kurt, G. (2008).** Mağaza atmosferinin müşteri sadakati oluşturmadaki rolü: Büyük ölçekli gıda perakendeciliğinde bir araştırma. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Pazarlama Programı, İzmir, Türkiye, 140 s.
- Odabaşı, Y. & Barış, G. (2016).** *Tüketici davranışı*, 16. Baskı, MediaCat, İstanbul.
- Özdamar, K. (2013).** *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi*, 9. Baskı, Nisan Kitabevi, Eskişehir, 250s.
- Öztürk, İ. (2006).** Türkiye'de perakende sektörü. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, **3**(1), 69-81.

Satam, S.B., Sawant, N.H., Ghughuskar, M.M., Sahastrabuddhe, V.D., Naik, V.V. & Pagarkar, A.U. (2018). Ornamental fisheries: A new avenue to supplement farm income. *Advanced Agricultural Research and Technology Journal*, 2(2), 193-197.

Saydan, R. (2008). Tüketicilerin online alışverişe yönelik risk ve fayda algılamaları: Geleneksel ve online tüketicilerin karşılaştırılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(23), 386-402.

Sheinin, D.A. & Wagner, J. (2003). Pricing store brands across categories and retailers. *Journal of Product and Brand Management*, 12(4), 201-219.

Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (2013). *Using multivariate statistics* (sixth ed.), Pearson, Boston.

Tolon, T. & Emiroğlu, D. (2014). Akvaryum balıkları pazar yapısı ve tüketici tercihlerinin değerlendirilmesi. *I. Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı*, (Sonuç Raporu), 30-31 Ekim 2014, Antalya, Türkiye.

Tutgun, F. (2018). *Metropolde (İstanbul kentinde) yaşayan X ve Y kuşağı kadınlarının internette satın alma davranışlarının karşılaştırılması*. İstanbul Kültür Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul, Türkiye, 151s.

Yücel, A. & Yücel, N. (2012). Mağaza imajı ile mağaza sadakati arasındaki ilişkinin belirlenmesi: Denizli ilinde yapılan bir araştırma. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 10(19), 95-114.

***Corresponding author's:**

Baki AYDIN

Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, 07058, Antalya, Türkiye.

✉E-mail: bakiaydin@akdeniz.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-4010-1060>

Telefon : +90 (242) 310 66 39

Faks : +90 (242) 310 60 85

The Effect of Raw Material Freshness on Fish Oil Quality Produced in Fish Meal and Oil Plant [*]

Bariş BAYRAKLI^{1*} Hünkâr Avni DUYAR²

¹ Sinop University, Vocational School

² Sinop University, Faculty of Fisheries

 <https://orcid.org/0000-0002-1812-3266>,  <https://orcid.org/0000-0002-2560-5407>

Received date: 22.10.2019

Accepted date: 04.12.2019

How to cite: Bayraklı, B. & Duyar, H.A. (2019). The Effect of Raw Material Freshness on Fish Oil Quality Produced in Fish Meal and Oil Plant. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 473-479.

Atf yapmak için: Bayraklı, B. & Duyar, H.A. (2019). Hammadde Tazeliğinin Balık Unu ve Yağı Fabrikasında Üretilen Balık Yağı Kalitesine Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 473-479.

Abstract: The effect of raw material freshness on fish oil quality produced in fish meal and oil factories in the Black Sea during the 2007-2008 fishing season was investigated. The fish oil was produced from anchovy (*Engraulis encrasicolus*) which were processed on catch day (D0), Day 1(D1), Day 2 (D2), and Day 3 (D3) after catching and thiobarbituric acid (TBA) values of the fish oils that having different freshness degree of raw material were determined as D0, D1, D2, and D3. Thirty-one fatty acids in total were identified and the total ratio of identified fatty acids ranged between 87.35% and 88.22% among the groups. In the freshest group (D0), the average saturated (SFA), monounsaturated (MUFA), and polyunsaturated (PUFA) fatty acids contents were 34.21%, 21.51%, and 32.04%, respectively. In the 1 day old material (D1), the average SFA, MUFA, and PUFA contents were 34.17%, 21.73%, and 32.32%, respectively. In the 2 days old material (D2), the average SFA, MUFA, and PUFA contents were 34.06%, 21.29%, and 32.18%, respectively. In the 3 days old material (D3), the average SFA, MUFA, and PUFA contents were 34.48%, 21.66%, and 31.21%. In addition, atherogenicity (AI) and thrombogenicity index (TI), which is an evaluation index for fatty acids, and polyene (PI) index indicating the degradation of PUFA were calculated, and the obtained data were compared with the recommended limit values for human health. Based on the findings, it was determined that if the raw material was processed earlier, the amount of PUFA in fish oil would be higher. In light of these results, it can be recommended that the factories that produce according to the feed law should produce the fish oil that is rich in ω3 and ω6 according to the food law instead of feed law.

Keywords: Anchovy, Black Sea, DHA, *Engraulis encrasicolus*, EPA, fatty acids.

Hammadde Tazeliğinin Balık Unu ve Yağı Fabrikasında Üretilen Balık Yağı Kalitesine Etkisi

Öz: Bu çalışmada, Karadeniz’de 2007-2008 av sezonunda balık unu ve yağı fabrikalarında üretilen balık yağı kalitesine kullanılan hammadde tazeliğinin etkisi araştırılmıştır. Avlandıktan sonra 0, 1, 2 ve 3 üncü gün işlenen ve tiyobarbitürik asit (TBA) analizleri yapılan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balığından üretilen balık yağı grupları D0, D1, D2 ve D3 olarak belirlenmiştir. Gruplar arasında tespit edilebilen 31 çeşit yağ asitlerinin toplam oranı %87.35 ile %88.22 arasında değiştiği belirlenmiştir. Tazelik gruplarından D0 için ortalama doymuş yağ asidi (SFA) %34.13, tekli doymamış yağ asidi (MUFA) %21.36 ve çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) miktarı %32.45 olarak tespit edilmiştir. Birinci gün örneğinde (D1), SFA oranı %34.17, MUFA oranı %21.73 ve PUFA oranı %32.32 olarak tespit edilmiştir. İkinci gün örneğinde (D2), SFA oranı %34.06, MUFA oranı %21.29 ve PUFA oranı %32.18 olarak bulunmuştur. Üçüncü gün örneğinde (D3) ise, SFA oranının %34.48, MUFA oranının %21.66 ve PUFA oranının %31.21 olduğu belirlenmiştir. Tazelik grupları arasında PUFA miktarının zamana bağlı olarak azaldığı ve gruplar arasında ki farkın istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur (P<0.05). Ayrıca, çalışmada insan sağlığı açısından yağ asitleri için bir değerlendirme indeksi olan atherogenicity (AI) ve thrombogenicity indeksi (TI) ile PUFA’nın bozulma değerini gösteren polyene (PI) indeksi hesaplanmış ve elde edilen veriler tavsiye edilen limit değerleri ile kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hammadde ne kadar kısa sürede işlenirse balık yağında ki PUFA miktarının daha yüksek olacağı belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında, yem kanununa göre üretim yapan balık unu ve yağı fabrikalarının ω3 ve ω6 bakımından zengin olan balık yağını gıda kanununa göre üretmeleri önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: DHA, Hamsi, *Engraulis encrasicolus*, EPA, Karadeniz, Yağ asitleri.

[*] A part of this study was presented with Turkish abstract only in RİZE 2009, The 15th National fisheries symposium, Rize, Turkey.

INTRODUCTION

The anchovy (*Engraulis encrasicolus*), the most important pelagic specie of the Black Sea, and are caught plenty in fishing season and excess fish are utilized as fish meal and oil (Özdemir et al., 2007; Erdem et al., 2008; Özdemir, 2010). According to TÜİK (2019) data, minimum 96452 tons (2018) and maximum 229023 tons (2010) anchovies in the last decade were caught in Turkey. Approximately 46% of the hunted anchovies are processed in fish meal and oil plants, while the rest of anchovies are consumed as fresh, freeze and marinade. Anchovy has a high quality fatty acid composition (Öksüz and Özyılmaz, 2010). Fresh fish and fishery products play an important role in the healthy nutrition of developed and developing countries. Developed countries promote omega-3 fatty acid-supplemented diets that are abundant in aquaculture to combat increasing obesity and heart disease (Jahns, 2016). Fish oil is a very valuable product produced in fish flour and oil factories. Approximately 900.000 tons of fish oil are produced annually in the world (IFFO, 2016). Fish oil is primarily used in industry as raw material for pharmaceutical and food supplements due to its protective and healing properties. It is also considered as an additive in the feed industry.

The importance of DHA and EPA fatty acids in human nutrition is a widely accepted fact today (Tocher et al., 2019). Polyunsaturated fatty acids (PUFA) have been recognized to have specific pharmacological and physiological effects on humans (Siscovick et al., 1995). The changing climate conditions of the world bring drought. Therefore, to keep their civilization sustainable, food resources must be presented to consumption with the right policies. It is possible to add omega-3 rich fish oils to foods without any fish taste by using high refining or microencapsulated fish oils (Karabulut & Yandı, 2006). In parallel with the technological developments in this field, it is necessary to increase the quality criteria for obtaining fish oil.

Fish oil is one of the raw materials used in fish feeds and contains the high omega 3 fatty acids such as EPA and DHA. Fatty acid composition determined in fish meat obtained by aquaculture is reported to be related to the fatty acid composition in the feed (Farkas, 1984). In fish farming, it is desirable to have a high proportion of EPA and DHA in the fatty acid composition of fish meat. (Torstensen et al., 2005).

The amount of EPA and DHA decreases in fish oil and cooked fish during storage, the freshness of raw materials was important in fish fatty acid composition, PUFA and ω3 ratio decreased during storage of fish products, and polyunsaturated fatty acids were higher than saturated fatty acids. Polyunsaturated fatty acids were determined to be rapidly oxidized (Bayraklı, 2015). Because of this feature, fish meal and oil sector are developed in the Black Sea Region in Turkey. The study was carried out in a fish meal

and oil plant in Sinop province during the 2007-2008 fishing season. In this study, the effect of freshness degree of raw material on fatty acid composition of fish oil that processed in fish meal and oil plant was investigated

MATERIAL and METHODS

The average capacity of each fish meal oil factory established in the Black Sea region is 2000 tons/day. For this reason, the factories cannot process the fish coming for the production of fish meal and oil immediately if the continuity of the fish is not possible and the raw material is kept in spare ships, truck containers or collection ponds. Collecting ponds have a capacity of approximately 250 tons. Thus, fish oil samples were taken from the raw material that processed soon at 0, 24, 48, and 72 hours, and then TBA analyses were performed. Fish oil samples were taken from the centrifuge outlet during the processing of raw materials representing each group. The fish oil samples were filled into two 60-gauge lids for each group. The samples kept under chill storage until analyses, then were sent to TUBITAK Marmara Research Center in a styrofoam box together with -80 °C shocked ice capsules. TBA analysis samples were done for representing each process based on their storage before oil extraction. Samples were homogenized in the laboratory present in the fish meal plant without losing time and the samples were independently analyzed in duplicate on each sampling hour.

Thiobarbituric Acid Value (TBA): The degree of oxidation in fish oils was determined performing thiobarbituric acid (TBA) analysis according to the method described by Tarladgis et al. (1960).

$$\text{TBA (mg malondialdehyde (MA)/kg)} = (\text{Sample} - \text{Blank}) \times 7.8$$

The amount of TBA used in the determination of the degree of oxidation in seafood should be less than 3 mg MA/kg in very good material and not more than 5 in a good material and the consumable limit value should be maximum 7-8 mg MA/kg (Schormüller, 1969).

Fatty Acid Composition: Fatty acid methyl esters were prepared according to the esterification and extraction principle (IUPAC, 1994). According to this method; The fatty acid methyl esters were analyzed by using a PUE UNICAM 204 Gas Chromatography equipped with a flame ionization detector using a Degs capillary column (2 MX 1-8 inc) coated with 0.25 µl of Supelco GP% OV-275 on 100/120 PAW-PMCS.

Lipid Quality Indices: The polyene index (PI) was used as a measure of PUFAs damage (Lubis & Buckle, 1990) and calculated according to the formula below.

$$\text{PI} = \frac{[\text{EPA}(\text{C}_{20}: 5\text{n}3) + \text{DHA}(\text{C}_{22}: 6\text{n}3)]}{\text{Palmitic acid} (\text{C}_{16}: 0)}$$

Lipid quality indices as atherogenicity index (AI), thrombogenicity index (TI) and hypocholesterolemic / hypercholesterolemic ratio (h/H) were calculated with the formulas below (Ulbricht & Southgate, 1991; Abrami et al. 1992; Fernández et al., 2007), taking into account the different effects of different fatty acids on human health:

$$AI = \frac{[12:0 + 4(14:0) + 16:0]}{MUFA + PUFA}$$

$$TI = \frac{14:0 + 16:0 + 18:0}{[0.5(MUFA) + 0.5(n3PUFA) + (n3PUFA/n6PUFA)]}$$

$$h/H = \frac{(C18:1 + C18:2 + C18:3 + C20:3 + C20:4 + C20:5 + C22:4 + C22:5 + C22:6)}{(C14:0 + C16:0)}$$

Statistical analysis: The data obtained from three different times were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA) using the SPSS statistical package program (Version 10, SPSS Inc., Chicago, IL, USA), and differences among the means were compared using Duncan's multiple range test. A significance level of 0.05 was chosen and the results were shown as mean values \pm SD.

RESULTS and DISCUSSION

The raw materials of the product processed in the fish meal-oil plant in Turkey are anchovy and sprat (Duyar and Bayraklı, 2005). According to previous studies, the quality of the fatty acid and chemical composition of anchovy has reported better than sprat. Among the quality parameters, especially TBA and TVB-N are very essential oxidation parameters for processed seafood (Bayraklı, 2009; Bayraklı, 2015).

In the study, TBA value of fish samples taken from raw material collection ponds were determined as 5.55 \pm 1.125 (D0), 8.85 \pm 0.324 (D1), 15.76 \pm 0.486 (D2), and 21.01 \pm 1.347 (D3) mg MA/kg. The difference among the freshness groups was statistically significant ($p < 0.05$). The TBA value of D0 was found within the consumable limit value of 7-8 mg MA/kg reported by Schormüller (1969) for good quality fish, however, the TBA values of other groups exceed the limit value.

Palmitic acid (19.80%) has the highest amount among SFA in all groups, followed by myristic acid (6.52%) and stearic acid (3.60%). The highest SFA ratio among freshness groups was determined in the D3 group, and it was determined that SFA ratios in fish oil increased with aging of the raw material. The difference among the groups was statistically significant ($p < 0.05$) (Table 1).

Among MUFA, oleic acid was the highest rate (13.59%) in all groups followed by palmitoleic acid (5.43%).

Although the value increased from 21.36% in the D0 group to 21.66% in the D3 group, the differences among the groups were statistically insignificant ($p > 0.05$) (Table 1).

PUFA values decreased significantly depending on the aging of the raw material ($p < 0.05$) and the values of D0, D1, D2 and D3 were found as 32.45%, 32.32%, 32.18% and 31.21%, respectively. Docosahexaenoic acid (DHA, C22:6n3) was the most concentrated (18.64%) fatty acid among PUFA in all groups, followed by eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5n3) (8.68%). Similarly, omega-3 ratios decreased depending on the aging of raw material and the difference among the groups was statistically significant ($p < 0.05$). However, the highest omega-6 ratio was determined in the D2 group. Also, the decrease in the omega-3/omega-6 ratios was found parallel to the decrease in the amount of omega-3 depending on the aging of raw material, and the significant differences were found among the freshness groups ($p < 0.05$). The highest EPA/DHA ratio was calculated in the D0 group (0.48). The PI value (the coefficient of deterioration of PUFA) of D3, was found the lowest among the freshness groups, and there were statistically significant differences among the groups ($p < 0.05$). The mean AI used in the determination of fatty acid quality for human health was found to be 0.86, and the differences observed among freshness groups were not statistically significant ($p > 0.05$). The highest IT value, was determined in the D3 group (0.28) and the value was found to be statistically significant ($p < 0.05$) than those of other freshness groups.

Fish oil is a very important nutrient for human health. Particularly polyunsaturated fatty acids such as EPA and DHA are abundant in seafood. In cases where the fish is not utilized as human consumption during the fishing period, it should be processed with different processing technologies and alternative products such as fish meal-oil.

The TBA value is the secondary lipid oxidation index which measures malondialdehyde (MDA) content. MDA is a secondary oxidation product resulting from the degradation of lipid hydroperoxides formed during the oxidation process of polyunsaturated fatty acids (Fernandez et al., 1997). Bensid et al. (2014) reported that, TBA value of anchovy, stored by freezing in foam boxes, reached to 14.38 mg MA/kg on the 9th day of the storage. In this study, the TBA value of fish oil produced from samples stored 48 h (D2) in fish meal and oil plant fish collection ponds was reached 15.761 mg MA/kg. To stop the rapid deterioration of the anchovy, it is essential to store the product at chill storage after fishing. Both the protection of the cold chain after fishing and the cooling of the collection ponds are essential for the production of quality fish oil. Again, in addition to antimicrobial activity, a process involving the addition of EDTA/BHQ combination and ascorbic acid to delay the destructive oxidation of lipids and fats can be applied (Ghaly et al., 2010).

Table 1. Fatty acid composition (%) of anchovy oil having different raw material freshness.

Fatty acids	Groups				Average
	D0	D1	D2	D3	
C10:0 Capric	0.07±0.002 ^{ab}	0.07±0.001 ^a	0.07±0.003 ^{ab}	0.08±0.001 ^b	0.07±0.002
C12:0 Lauric	0.08±0.000 ^a	0.08±0.002 ^a	0.09±0.008 ^a	0.08±0.002 ^a	0.08±0.002
C13:0 Tridecanoic	0.07±0.003 ^a	0.07±0.001 ^a	0.09±0.013 ^a	0.07±0.001 ^a	0.07±0.004
C14:0 Myristic	6.50±0.074 ^a	6.56±0.029 ^a	6.47±0.016 ^a	6.57±0.015 ^a	6.52±0.022
C15:0 Pentadecanoic	1.04±0.002 ^a	1.09±0.029 ^a	1.06±0.002 ^a	1.06±0.002 ^a	1.06±0.008
C16:0 Palmitic	19.73±0.018 ^a	19.77±0.016 ^a	19.75±0.030 ^a	19.92±0.030 ^b	19.80±0.030
C17:0 Heptadecanoic	1.65±0.007 ^a	1.69±0.003 ^b	1.71±0.001 ^b	1.69±0.002 ^b	1.69±0.009
C18:0 Stearic	3.61±0.002 ^a	3.56±0.018 ^{ab}	3.54±0.006 ^b	3.69±0.004 ^c	3.60±0.022
C20:0 Arachidic	0.66±0.001 ^a	0.64±0.045 ^a	0.61±0.010 ^a	0.72±0.004 ^a	0.66±0.018
C21:0 Henicosanoic	0.21±0.001 ^a	0.13±0.018 ^b	0.11±0.008 ^b	0.12±0.001 ^b	0.14±0.016
C22:0 Behenic	0.20±0.000 ^a	0.21±0.011 ^a	0.21±0.010 ^a	0.21±0.000 ^a	0.21±0.003
C23:0 Tricosanoic	0.10±0.002 ^a	0.10±0.004 ^a	0.13±0.001 ^b	0.10±0.002 ^a	0.11±0.005
C24:0 Lignoceric	0.21±0.001 ^a	0.21±0.009 ^a	0.22±0.004 ^a	0.17±0.000 ^b	0.20±0.007
Σ SFA	34.13±0.084 ^a	34.17±0.127 ^{ab}	34.06±0.029 ^a	34.48±0.057 ^b	34.21±0.069
C14:1 Myristoleic	0.20±0.003 ^a	0.29±0.006 ^b	0.21±0.002 ^a	0.20±0.001 ^a	0.22±0.015
C16:1 Palmitoleic	5.44±0.002 ^a	5.43±0.006 ^a	5.26±0.008 ^b	5.60±0.013 ^c	5.43±0.045
C17:1 c Heptadecenoic	0.59±0.001 ^a	0.59±0.003 ^a	0.59±0.008 ^a	0.62±0.001 ^b	0.60±0.005
C18:1n9t Elaidic	0.13±0.001 ^a	0.15±0.019 ^a	0.11±0.004 ^a	0.14±0.001 ^a	0.13±0.007
C18:1n9c Oleic	13.67±0.008 ^a	13.56±0.282 ^a	13.55±0.035 ^a	13.59±0.012 ^a	13.59±0.057
C20:1n9 cEicosenoic	0.72±0.001 ^a	1.05±0.020 ^b	0.96±0.003 ^c	0.90±0.003 ^c	0.91±0.046
C22:1n9 Erucic	0.33±0.001 ^a	0.37±0.002 ^b	0.36±0.009 ^b	0.32±0.003 ^a	0.35±0.007
C24:1n9 Nervonic	0.95±0.004 ^a	0.99±0.025 ^a	0.97±0.004 ^a	0.96±0.000 ^a	0.97±0.008
Σ MUFA	21.36±0.012 ^a	21.73±0.22 ^a	21.29±0.026 ^a	21.66±0.033 ^a	21.51±0.083
C18:2n6t Linoleaidic	0.28±0.003 ^a	0.29±0.006 ^a	0.26±0.009 ^a	0.28±0.006 ^a	0.28±0.005
C18:2n6c Linoleic	0.29±0.001 ^a	0.27±0.013 ^b	0.26±0.001 ^b	0.28±0.002 ^a	0.28±0.005
C18:3n6 γ-Linolenic	1.92±0.005 ^a	2.03±0.009 ^a	2.06±0.002 ^a	1.95±0.011 ^a	1.99±0.021
C18:3n3a-Linolenic	0.15±0.001 ^a	0.14±0.005 ^a	0.16±0.007 ^a	0.16±0.005 ^a	0.15±0.003
C20:2 c Eicosadienoic	0.23±0.001 ^a	0.27±0.026 ^a	0.27±0.002 ^a	0.24±0.001 ^a	0.25±0.008
C20:3n3 α Eicosatrienoic	0.09±0.002 ^a	0.09±0.002 ^a	0.09±0.005 ^a	0.10±0.007 ^a	0.09±0.002
C20:4n6 Arachidonic	0.14±0.001 ^a	0.13±0.012 ^a	0.14±0.007 ^a	0.11±0.004 ^a	0.13±0.006
C22:2 Docosadienoic	0.87±0.004 ^a	0.84±0.003 ^a	0.85±0.013 ^a	0.85±0.003 ^a	0.85±0.005
C20:5n3 EPA	9.06±0.008 ^a	8.57±0.004 ^b	8.59±0.019 ^b	8.53±0.002 ^b	8.68±0.082
C22:6n3 DHA	18.75±0.006 ^a	18.99±0.081 ^a	18.80±0.038 ^a	18.03±0.055 ^b	18.64±0.139
Σ PUFA	32.45±0.012 ^a	32.32±0.043 ^{ab}	32.18±0.071 ^b	31.21±0.040 ^c	32.04±0.185

SFA: Saturated fatty acid, MUFA: Monounsaturated fatty acid, PUFA: Polyunsaturated fatty acid, Different letters (a,b,c) in the same row shows significant differences (p<0.05) among the freshness groups. D0: Fresh material, D1: 1 day old material, D2: 2 days old material, and D3: 3 days old material.

Table 2. Fatty acid ratios and lipid quality indexes.

Fatty acids	Groups			
	D0	D1	D2	D3
Total fatty acids	87.95±0.084 ^{ab}	88.22±0.137 ^a	87.53±0.126 ^b	87.35±0.050 ^b
Unidentified	12.05±0.084 ^{ab}	11.78±0.136 ^a	12.47±0.126 ^b	12.65±0.050 ^b
ΣMUFA/ΣSFA	0.63±0.001 ^a	0.64±0.012 ^a	0.62±0.001 ^a	0.63±0.001 ^a
ΣPUFA/ΣSFA	0.95±0.004 ^a	0.95±0.007 ^a	0.94±0.002 ^a	0.90±0.004 ^b
Σω3	28.85±0.018 ^a	28.64±0.083 ^{ab}	28.45±0.083 ^b	27.62±0.070 ^c
Σω6	3.60±0.001 ^a	3.68±0.022 ^b	3.73±0.018 ^b	3.59±0.013 ^a
ω3/ω6	8.00±0.008 ^a	7.78±0.069 ^b	7.63±0.014 ^b	7.70±0.048 ^b
ω6/ω3	0.12±0.001 ^a	0.13±0.001 ^a	0.12±0.001 ^a	0.13±0.001 ^a
EPA/DHA	0.48±0.001 ^a	0.45±0.002 ^b	0.46±0.001 ^b	0.47±0.002 ^c
AI	0.85±0.008 ^a	0.85±0.008 ^a	0.85±0.001 ^a	0.88±0.003 ^a
TI	0.28±0.001 ^a	0.28±0.001 ^a	0.28±0.001 ^a	0.29±0.001 ^b
PI	1.41±0.003 ^a	1.39±0.004 ^{ab}	1.39±0.001 ^b	1.33±0.007 ^c
h/H	1.76±0.008 ^a	1.74±0.019 ^a	1.74±0.001 ^a	1.69±0.006 ^b

SFA: Saturated fatty acid, MUFA: Monounsaturated fatty acid, PUFA: Polyunsaturated fatty acid, PI: Index of Polyene, AI: Atherogenicity index and TI: Thrombogenicity index. Different letters (a,b,c) in the same fraction shows significant differences (p < 0.05). D0: Fresh material, D1: 1 day old material, D2: 2 days old material, and D3: 3 days old material.

Öksüz et al., (2009) reported that SFA value in the Black Sea anchovy was 35.41%, and palmitic acid (19.19%), myristic acid (7.21%) and stearic acid (4.82%) among SFA

were dominant. Durmus (2018) has investigated fatty acids compositions of 13 different fish species, and he found that SFAs ranged between 27.68% and 36.59%. Also he stated

that the predominant SFA was palmitic acid in all species examined. Öksüz & Özyılmaz (2010) determined that the SFA ratios of monthly caught Black Sea anchovy during the 2008-2009 fishing season were between 33.40% and 37.91%, respectively. Yuneva et al. (2019), investigated fatty acid concentrations of anchovy between 2006 and 2013, and they found that palmitic acid, which changed between 33.1% (2009) and 39% (2012) values, was dominant in all fatty acids. Gencbay and Turhan (2016) reported that the amount of SFA in the Black Sea anchovy was 38.67%. In the present study, it was found that palmitic acid constitutes 57.88% of the SFA (34.21%). Among the freshness groups, the highest SFA was found in the D3 group and a statistically significant difference was found among the groups ($p < 0.05$). These evaluations and results are similar to our study.

Öksüz et al. (2009) reported that the value of MUFA in the Black Sea anchovy is 29.46%, and oleic acid is the most dominant fatty acid among MUFA. Öksüz and Özyılmaz (2010) determined that the ratio of MUFA in the Black Sea anchovy is between 25.91% and 31.51%, and oleic acid is the most characteristic fatty acid among MUFA. Yuneva et al. (2019) reported that the MUFA value in the Azov sea anchovy ranged from 31.2% to 39.7%, and that oleic acid was dominant. Gencbay and Turhan (2016) reported that the amount of MUFA in the Black Sea anchovy was 23.32%. In the research conducted, MUFA value was determined as 21.51%, and the predominant MUFA in all samples was oleic acid (63.17%). It was determined that the MUFA ratio increased and decreased in fish freshness groups according to ageing time of samples. Some researchers have reported that the time-dependent change of the total amount of MUFA is irregular and may change according to fish species, feeding area, season, processing temperature and storage time (Castro et al., 2007; Öksüz et al., 2009.; Öksüz & Özyılmaz, 2010; Durmus, 2018).

The importance of PUFA in human and animal nutrition is increasing day by day. Various studies have shown that consumption of foods containing long-chain $\omega 3$ fatty acids such as EPA and DHA is associated with a reduced risk of coronary heart disease (Harper & Jakobson, 2005) and cancer (Roynette et al., 2004). The recommended minimum PUFA/SFA ratio was 0.45 (HMSO, 1994), while the mean ratio was 0.94 in all groups. This value is above the recommended value for human health. The fish oil obtained from the anchovy of the Black Sea was found to have a nutritious structure for human health. The PUFA ratio in the Black Sea anchovy was found between 23.00% and 38.01% in various studies (Öksüz et al., 2009; Öksüz & Özyılmaz, 2010; Gencbay & Turhan, 2016; Yuneva et al., 2019). In the same studies, it was emphasized that Black Sea anchovy is a valuable product in terms of EPA (4.9-11.55%) and DHA (14.03-20.05%). In this study, the PUFA, EPA, and DHA values were 32.04%, 8.68%, and 18.64%, respectively. Although the obtained values were generally determined in the ranges of result obtained by other researchers, some of them were found to be low and high. This difference is

thought to be due to fish species (Durmus, 2018), feeding area (Öksüz et al., 2009), season (Öksüz & Özyılmaz 2010), processing temperature and storage time (Castro et al., 2007). In addition, fatty acid composition of fish can be variable depending on factors such as gender, location and environmental conditions (Özoğul et al., 2007).

Besides, it was found that the amount of total PUFA decreased with storage time, and the difference among the groups was statistically significant ($P \leq 0.05$). This can be attributed to the rapid oxidation of PUFA compared to other fatty acid groups (Castro et al., 2007). Considering the health benefits of the fatty acids, it has been reported that those fed with omega-3 rich products are less likely to develop hypertension or other cardiovascular diseases (Su et al., 1996). It has been emphasized that drugs used in the treatment of obesity and cardiovascular diseases can be reduced by decreasing the $\omega 6$ ratio in diets and increasing the 3 ratios (Simopoulos et al., 2000). In the first studies on fatty acids, the ratio of $\omega 6 / \omega 3$ was 1: 1, but with the development of industrial society, this ratio increased to 1:30 to 1:50 with changing feeding habits. The World Health Organization reported that the $\omega 6 / \omega 3$ ratio should be between 5: 1 and 10: 1 (FAO / WHO, 1994). However, this ratio should be between 1: 1 and 1: 4 in a healthy diet (Simopoulos et al., 2000). In the present study, $\omega 6 / \omega 3$ ratio of 0.13 indicates that anchovy caught in the Black Sea seems to be healthy food and can provide a good balanced omega-3 fatty acids (Table 2).

In our study, anchovy caught in the Black Sea were found to have a fatty acid composition rich in omega-3 and omega-6. To obtain high-quality fish oil, it was determined that the raw material should be processed fresh. It is necessary to investigate the fatty acid change until the product in fish oil stores is sold. It is very important for human health that fish oil produced in fish flour and oil plant according to feed law is produced according to food law and used in human consumption.

It is reported that the atherogenic (AI) and thrombogenic (TI) indices that are higher than (>1.0) is harmful to human health (Ouraji et al., 2009). If this value gets lower, the risk of coronary heart disease decreases (Cuttrignelli et al., 2008). Çağlak and Karşlı (2017), found TI value between 0.22-0.31 and AI value between 0.38-0.49 in zander fish (*Sander lucioperca*). In the present study, the average TI and AI values were determined as 0.28, and 0.86, respectively. In light of this data, it was determined that there were no risks for human health.

The h/H ratio of fatty acids is the indicator of whether the fat in the product is nutritionally adequate (Çağlak and Karşlı, 2017). In this study, the h/H ratio was determined 1.73 and this value was found lower compared to the data of study conducted (2.17-2.77) by Çağlak and Karşlı (2017). The fatty acid composition can be variable depending on fish species (Özoğul et al., 2007).

As a result, anchovy, which was caught in the Black Sea, is quite rich in polyunsaturated fatty acids.

According to the results of TBA analysis in raw material freshness groups, it is considered that fish oil obtained by the immediate processing of anchovy coming to fish meal and oil plants is suitable for human consumption, however, fish oil obtained from anchovy processed after 24 hours is not suitable for this purpose. In addition, it was found that the amount of polyunsaturated fatty acids obtained in the fish oil were seen to be positively correlated with the freshness of the processed raw anchovy material.

REFERENCES

- Abrami, G., Natiello, F., Bronzi, P., McKenzie, D., Bolis, L. and Aggrade, E. (1992).** A comparison of highly unsaturated fatty acid levels in wild and farmed eels (*Anguilla anguilla*). *Comparative Biochemistry and Physiology. B, Comparative Biochemistry*, **101**(1-2), 79-81.
- Bayraklı, B. (2009).** *Balık tazeliğinin balık unu kalitesi üzerine etkisi*. Doktora tezi. Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Sinop, Türkiye, 126 s.
- Bayraklı, B. (2015).** The effect of raw freshness on fish meal quality. *Engineering Information Institute Fisheries And Aquaculture Conference*. November 16, 2015, Guilin, China. Doi: 10.13140/RG.2.1.2500.2486.
- Bensid, A., Ucar, Y., Bendeddouche, B. & Ozogul, F. (2014).** Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicolus*). *Food Chemistry*, **145**, 681-686
- Çağlak, E. & Karslı, B. (2017).** Seasonal variation of fatty acid and amino acid compositions in the muscle tissue of zander (*Sander Lucioperca* Linnaeus, 1758) and the evaluation of important indexes related to human health. *Italian Journal of Food Science*, **29**(2), 266.
- Castro, F.A.F., Sant'Ana, H.M.P., Campos, F.M., Costa, N.M.B., Silva, M.T.C., Salaro, A.L.S. & Franceschini, S.C.C. (2007).** Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. *Food Chemistry* **103**, 1080-1090.
- Cutrignelli, M.I., Calabrò, S., Bovera, F., Tudisco, R., D'Urso, S., Marchiello, M., Piccolo, V. & Infascelli, F. (2008).** Effects of two protein sources and energy level of diet on the performance of young Marchigiana bulls. 2. Meat quality. *Italian Journal of Animal Science*, **7**(3), 271-285.
- Durmus, M. (2018).** Fish oil for human health: omega-3 fatty acid profiles of marine seafood species. *Food Science and Technology*, AHEAD.
- Duyar, H.A. & Bayraklı, B. (2005).** Sinop ilinde bulunan su ürünleri işleme tesislerinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *SÜMDER*, **4**, 53-56.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Satılmış, H.H. & Birinci Özdemir, Z. (2008).** Ortasu trolü ile gündüz iki farklı periyotta avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.)'nin av verimi ve boy kompozisyonu. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* **9**(1),17-23.
- FAO/WHO. (1994).** *Fats and oils in human nutrition*. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, Italia, 168.
- Farkas, T. (1984).** Adaptation of fatty acid composition to temperature. a study on carp (*Cyprinus carpio*) liver slices. *Comparative Biochemistry and Physiology B, Comparative Biochemistry*, **79**(4), 531-535.
- Fernández, M., Ordóñez, J.A., Cambero, I., Santos, C., Pin, C. & de la Hoz, L. (2007).** Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish ham related to their nutritional implications. *Food Chemistry*, **101**(1), 107-112.
- Fernandez, J., Perez-Alvarez, J.A. & Fernandez-Lopez, J.A. (1997).** Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*, **59**, 345-353.
- Gencbay, G. & Turhan, S. (2016).** Proximate composition and nutritional profile of the Black Sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*) whole fish, fillets, and by-products. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **25**(6), 864-874.
- Ghaly, A.E., Dave, D., Budge S. & Brooks, M.S. (2010).** Fish spoilage mechanisms and preservation techniques. *American Journal of Applied Sciences*, **7**(7), 859.
- Harper, C.R. & Jacobson, T.A. (2005).** Usefulness of omega-3 fatty acids and the prevention of coronary heart disease. *American Journal of Anatomy*, **96**, 1521-1529.
- HMSO. (1994).** *Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease: Report on Health and Social Subjects; Committee of Medical Aspects of Food Policy* 46. Department of Health, London, UK.
- IFFO. (2016).** *Project to model the use of fisheries by-products in the production of marine ingredients with special reference to omega3 fatty acids EPA and DHA*, Jackson A and Newton RW, IFFO and University of Stirling, July 2016
- IUPAC. (1994).** *Protocol for the design, conduct and interpretation of collaborative studies*. Revised Lisbon, Portugal, 4 August 1993. Edited by William Horwitz, Food and Drug Administration, Washington, DC, for Interdivisional Working Party on Harmonisation of Quality Assurance Schemes for Analytical Laboratories, International Union of Pure and Applied Chemistry.
- Jahns, L. (2016).** Fish and fish oil in health and disease prevention, In: RaatzS.K. & Bibus, B.M. (ed). *Fish intake in the United States*. Chapter 1. 3-13p.

- Karabulut, H.A. & Yandı, İ. (2006).** Su ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi. *Su Ürünleri Dergisi*, **23**(3), 339-342.
- Lubis, L. & Buckle, K.A. (1990).** Rancidity and lipid oxidation of dried-salted sardines. *International Journal of Food Science & Technology*, **25**, 295-303
- Öksüz, A. & Özyılmaz, A. (2010).** Changes in fatty acid compositions of Black Sea anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) during catching season. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **10**, 381- 385.
- Öksüz, A., Özyılmaz, A. & Turan, C. (2009).** Comparative study on fatty acid profiles of anchovy from Black Sea and Mediterranean Sea (*Engraulis encrasicolus* L., 1758). *Asian Journal of Chemistry*, **21**(4), 3081-3086.
- Ouraji, H., Shabanpur, B., Abediankenari, A., Shabani, A., Nezami, A., Sudagar, M. & Faghani, S. (2009).** Total lipid, fatty acid composition and lipid oxidation of Indian white shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) fed diets containing different lipid sources. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **89**(6), 993-997.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Satılmış, H.H., Birinci Özdemir, Z. & Erdem, E. (2007).** Ortasu iki farklı av sahasında ortasu trolü ile avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.)'nin sürü yapısı ve av veriminin incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **19**(1), 33-40.
- Özdemir, S. (2010).** Karadeniz'de sürdürülebilir hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) avcılığında ortasu trolünün önemi. *I. Ulusal Hamsi Çalıştayı: Sürdürülebilir Balıkçılık, Bildiriler Kitabı*, 17-18 Haziran 2010, Trabzon, 129-135 s.
- Özoğul, Y., Özoğul, F. & Alagöz, S. (2007).** Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey. *Food Chemistry*, **103**(1): 217-223.
- Roynette, C.E., Calder, P.C., Dupertuis, Y.M., & Pichard, C. (2004).** n3 Polyunsaturated fatty acids and colon cancer prevention. *Clinical Nutrition*, **23**(2), 139-151.
- Schormüller, J. (1969).** Handbuch der lebensmittel chemie, band IV. Und lipoide(LIPIDS). Berlin/New York: Springer-Verlag. 872–878
- Simopoulos, A.P., Leaf, A. & Salem, N.Jr. (2000).** Statement on the essentiality of and recommended dietary intakes for ω -6 and ω -3 fatty acids. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, **63**, 119-21.
- Siscovick, D.S., Raghunathan, T.E., King, I., Weinmann, S., Wicklund, K.G., Albright, J., Bovbjerg, V., Arbogast, P., Smith, H., Kushi, L.H., Cobb, L.A., Michael, K. Copass, M.K., Psaty, B.M., Lemaitre, R., Retzlaff, B., Childs, M., Knopp, R.H., (1995).** Dietary intake and cell membrane levels of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and the risk of primary cardiac arrest. *JAMA*, **274**, 406-419.
- Su, X.R., Li, T.W., Oyang, F. & Li, P. (1996).** Study on the nutritive compositions of *Portunus trituberculatus*. [*Ying yang xue bao*] *Acta nutrimenta Sinica*, **18**(3), 342-346.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M. & Yonathan, M. (1960).** Distillation method for the determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **37**(1), 44-48.
- Tocher, R., Betancor, M.B., Sprague, M., Olsen, R.E. & Napier, J.A. (2019).** Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids, EPA and DHA: Bridging the Gap between Supply and Demand Douglas. *Nutrients*, **11**(1), 89.
- Torstensen, B.E., Bell, G.J., Rosenlund, G., Henderson, R.J., Graff, I.E., Tocher, D.R., Lie, O. & Sargent, J.R. (2005).** Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**(26), 10166-10178.
- Ulbricht, T.L.V. & Southgate, D.A.T. (1991).** Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*, **338**, 985-992.
- Yuneva, T.V., Nikolsky, V.N., Zabelinsky, S.A., Shchepkina, A.M., Bulli, L.I. & Shulman, G.E. (2019).** Interannual variability of lipids and fatty acids in azov anchovy *Engraulis encrasicolus* maeoticus (*Engraulidae*) under current salinization of the Sea of Azov. *Journal of Ichthyology*, **59**(1), 104-112.

***Corresponding author's:**

Bariş BAYRAKLI

Sinop University, Vocational School, Sinop Turkey.

E-mail : barisbayrakli@gmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-1812-3266>

Phone : +90 (368) 271 57 38 / 6645

Fax : +90 (368) 271 57 42

GSM : +90 (544) 2022534

Preparation of O-antigen from *Yersinia ruckeri* Serotype O1 and Use in the Slide Agglutination Test ^[*]

Fikri BALTA^{1*} Zeynep DENGİZ BALTA²

¹Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries, Aquaculture, Department of Diseases, Rize, TURKEY.

²Recep Tayyip Erdogan University, The Institute Applied Sciences, Department of Aquaculture, Rize, TURKEY

* <https://orcid.org/0000-0002-1823-5823>, <https://orcid.org/0000-0002-7795-828X>

Received date: 11.11.2018

Accepted date: 06.12.2019

How to cite: Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2019). Preparation of O-antigen from *Yersinia ruckeri* Serotype O1 and Use in the Slide Agglutination Test. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 480-483.

Atf yapmak için: Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2019). *Yersinia ruckeri* Serotip O1'den O-antijenin Hazırlanması ve Lam Aglütinasyon Testinde Kullanımı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 480-483.

Abstract: In this study, it was aimed at early detection of yersiniosis caused by *Yersinia ruckeri* in rainbow trouts (*Oncorhynchus mykiss*) using an agglutination test. O-antigen of *Y. ruckeri* isolated from diseased fishes was prepared. This prepared O-antigen was injected into the ear vein of the rabbit. Serum was removed from blood samples taken on the 7th and 15th days after the last injection. Thus, the antibody of the *Yersinia ruckeri* was produced in the rabbit. Titers of the resulting antibodies were determined by microtitering in 96 well-based plates. It was used successfully in the slide an agglutination tests by making necessary dilutions according to the titer ratios of the antibodies. We determined that the motile and Gr (-) bacteria isolated from diseased rainbow trout with yersiniosis symptom were *Y. ruckeri* according to the results of slide agglutination test without any biochemical test. The isolated bacteria were confirmed to be *Y. ruckeri* with the results of API 20E test kit and PCR test. The antibodies were stored at -20 and -80°C for use subsequent studies.

Keywords: Antisera, O-antigen, slide agglutination test, *Yersinia ruckeri*.

Yersinia ruckeri Serotip O1'den O-antijenin Hazırlanması ve Lam Aglütinasyon Testinde Kullanımı

Öz: Bu çalışmada, aglütinasyon testi kullanılarak gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) *Yersinia ruckeri*'nin sebep olduğu yersiniosisin erken teşhisi amaçlanmıştır. Hastalıklı balıklardan izole edilen *Y. ruckeri*'nin O-antijeni hazırlandı. Hazırlanan bu O-antijeni tavşanın kulak venasına enjekte edildi. Son enjeksiyondan sonraki 7. ve 15. günlerde alınan kan örneklerinden serum çıkarıldı. Böylece, *Y. ruckeri* antikorları üretilti. Elde edilen antikorların titreleri, 96 kuyucuklu plâtelere mikrotitrasyon ile belirlendi. Antikorların titre oranlarına göre gerekli dilüsyonlar yapılarak slayt aglütinasyon testlerinde başarıyla kullanılmıştır. Yersiniosis belirtisi gösteren hastalıklı gökkuşağı alabalıklarından izole edilen hareketli, oksidaz negatif ve Gr (-) bakterilerin biyokimyasal test yapılmadan lam aglütinasyon testi sonuçlarına göre *Y. ruckeri* olduğu tespit edildi. İzole edilen bakterilerin API 20E test kiti ve PCR testi sonuçları ile *Y. ruckeri* olduğu doğrulandı. Antikorlar, daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere -20°C ve -80°C'de stoklandı.

Anahtar sözcükler: Antiserum, lam aglütinasyon testi, O-antijeni, *Yersinia ruckeri*.

INTRODUCTION

Enteric redmouth (ERM) disease or yersiniosis, caused by the enterobacterium *Yersinia ruckeri*, is an important disease which has led to significant economic losses of in salmonid and non-salmonid fish reared in both fresh and marine water aquacultures throughout the World (Austin & Austin, 1993). Infection may result in the development of chronic or acute septicemia with hemorrhages on the body surface and in the internal organs. Mortality, particularly in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms where ERM is present can reach up to 70% of the total population (Furones et al., 1993). (Walbaum) and other salmonids. *Y. ruckeri*, which was initially isolated from rainbow trout in the Hagerman Valley of Idaho, USA, in the 1950s 1966 (Austin & Austin, 1987), is now widely found in fish populations throughout North and South America, Australia, Africa and Europe (Austin & Austin, 2007). The disease has been reported from rainbow trout farms in the many regions of Turkey (Çagırgan & Yurekclitürk, 1991; Timur & Timur, 1991; Çagırgan, 1996; Diler et al., 1998; Balta et al., 2005; 2010; 2016; Onuk et al., 2011). *Y. ruckeri* were identified by using conventional tests, API 20E test kit, serological test and PCR method (Austin & Auistin 1987; 1999; Balta et al., 2005; 2010; 2016; Altun et al., 2013, Onuk et al., 2011). Serotyping is particularly important for strain differentiation of *Y. ruckeri*, and the O-serotyping scheme of Davies is the most commonly used. *Y. ruckeri* has five O serotypes, O1, O2, O5, O6, and O7. It was reported that *Y. ruckeri* is rapidly recognized by slide agglutination assay using defined O antigens (Davis, 1990). All the isolates from rainbow trout were represented almost exclusively by serotype O1 (Ormsby et al., 2016).

This study was carried out in 2003 as an undergraduate student thesis. The aim of this study was too rapid diagnoses of *Y. ruckeri* by using slide agglutination. *Y. ruckeri*'s body antigens have been prepared. These antigens were given intravenously to an adult rabbit to obtain antibodies. These antibodies were used in the rapid diagnosis of *Y. ruckeri* in the slide agglutination test.

MATERIAL and METHODS

Bacterial isolation: Diseased fish were showed typical symptoms such as dark skin, bilateral exophthalmos, ascites of the ventral body, eyes hemorrhage, redness in the throat and mouth, bleeding at the base of pelvic fins, prolapsed anus, pale liver, petechial hemorrhage in the pyloric caeca and redness in the last part of the intestines (Figure 1). *Y. ruckeri* was isolated from ten sickly rainbow

trout in a fish farm in the Eastern Black Sea Region of Turkey. Fish kidneys were cultured aseptically by streaking a loop onto tryptic soy agar (TSA) plates and incubated at 20°C for 48 h. The bacteria were purified by passing Shotts Waltman (SW) medium (Figure 2) as previously described (Waltman & Shotts, 1984)

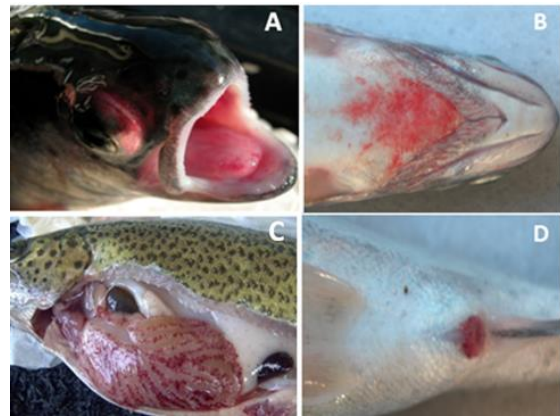


Figure 1 Darkening on the skin, exophthalmos, and bleeding in the eye, bleeding in the mouth (A), bleeding in the throat (B), petechial hemorrhage in the pyloric caeca (C), prolapsed anus (D) (Original).



Figure 2. Colonies and surrounded by a zone of hydrolysis of *Y. ruckeri* in SWA (Original).

Bacterial identification: *Y. ruckeri* was identified by using conventional biochemical tests and API 20E strips (BioMerieux, France) (Austin & Austin, 2007; Balta et al., 2010; 2016). API 20E test results were shown in Figure 3. Also, *Y. ruckeri* was confirmed by using PCR the *Y. ruckeri*-specific 16S rRNA primers YER3 and YER4 (Gibello et al., 1999) and checked by a slide agglutination test using a rabbit anti-serum of *Y. ruckeri* serotype O1 (Balta et al., 2010; 2016). PCR and slide agglutination tests were shown in Figure 4 and 5.



Figure 3. Biochemical test results of *Y. ruckeri* strain with API 20 E test kit (Original).

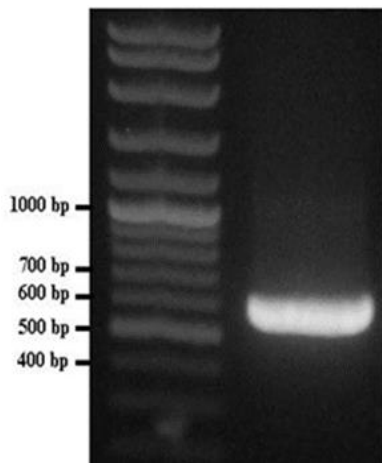


Figure 4. Coding gene amplification for 16S rRNA of *Y. ruckeri* (573bp), lambda DNA 100-bp molecular size marker (Promega, USA).

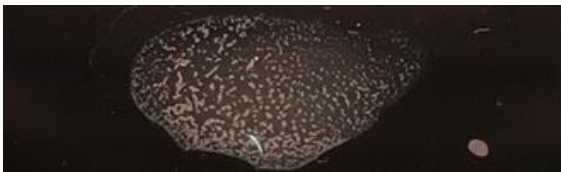


Figure 5. *Y. ruckeri* strains of type I antibody-positive result using the slide agglutination test (Original).

Preparation of somatic "O" antigen of *Y. ruckeri*:

Y. ruckeri was grown as a pure culture on the TSA plate for 48 h. Colonies were harvested from the TSA plate with sterile phosphate-buffered saline (PBS) onto the plate. To dislodge colonies in plates were gently rubbed the surface of the agar with a bent glass rod. The bacterial slurry was placed into a 25 ml centrifuge tube and gently mixed with a magnetic stirrer for 10 minutes. Pour suspension into a centrifuge tube was centrifuged 1600 X g for 25 minutes. The supernatant was thrown. The bacteria cells were washed by centrifugation until clear and resuspended in PBS ten times volume. The bacterial suspension was heated at 100°C for 2 hours and centrifuged at the same speed and time. The supernatant was discarded. Bacterial cells were resuspended in 95% ethyl alcohol (cell pack, ten times fluid) and incubated at 37°C for hours. The bacterial suspension was centrifuged and resuspended with sterile PBS. This suspension was stored at 4°C until used (Ewing, 1972). This suspension (heat-stable O-antigen) was used as positive control in the slide agglutination assays.

RESULTS

Obtaining of antisera:

The O- antigen of heat-killed bacterial was intravenously injected into the ear vein of the rabbit. The bacterial suspension has adjusted the density of a McFarland standard No 3. Injections were given in consecutive doses on days 1 (0.25 ml), 2 (0.5 ml), 3 (1.0 ml) 4 (2.0 ml), and 11 (1.0 ml). One week after the last injection, blood was taken from vena jugularis of the rabbit. Blood was allowed to clot at 4°C overnight. The coagulated blood was

centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes. Thus, serum was removed. An equal amount of antibody (0.5 ml) was divided into Eppendorf tubes. It was stocked at -20°C and -80°C for use in subsequent studies.

Determination of antibody titer: The serum agglutinating titer of immunized rabbit with *Y. ruckeri* was detected in a 96-well microtiter plate with round bottom wells. The antibody titer determination assay was initiated with a dilution of 1:1 (50 µl of phosphate buffer: 50 µl of serum). And consequently, two-fold serial serum dilutions were carried out by adding 50 µl of diluted serum into the remaining wells with 50 µl of PBS. As a result, the serum dilutions were adjusted as 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256, 1/512, 1/1024 and 1/2048. Thereafter, 50 µl of inactive *Y. ruckeri* (1x10⁹ CFU) suspension was added to each well and then microplates were covered with plastic parafilm and incubated at 20°C in cooled incubator for 18 h. The agglutination endpoint was determined as the last serum dilution where agglutination was visible (1/64 for one week and 1/16 for two weeks). Agglutination antibody titers were expressed as the highest serum dilution showing visible agglutination as compared to the positive control. The last well was used as a negative control, where there was only 50 µl PBS buffer.

Slide agglutination test: *Y. ruckeri* was grown on TSA plates for 24 at 20°C. A sterile loop was used to take *Y. ruckeri* colonies from the TSA were resuspended in PBS to obtain a concentration of about 10⁹ cells/ml. This cell suspension was used as an antigen in the slide agglutination assay. The slide agglutination test was performed by mixing a drop of *Y. ruckeri* suspension with a drop of undiluted or 1/5 diluted rabbit antiserum of the *Y. ruckeri*. The immediately occurring agglutination within 1-2 minutes was determined as positive, and a weak agglutination after 5 min was accepted as a negative test. Controls were made with saline and serum from no immunized rabbits.

CONCLUSION

In this study, the antiserum against *Y. ruckeri* serotype O1 on the rabbit was produced. it was determined that the antibody titer in the received blood after one week was higher than that after two weeks. The obtained antibody in the rabbit against *Y. ruckeri* serotype O1 was used to determine the serotype of the *Y. ruckeri* strain isolated from diseased rainbow trout. Rabbit antisera were used to determine the strain of *Y. ruckeri* isolated from diseased rainbow trout. The antibody obtained from the rabbit was successfully used in dilution of 1/5 in the rapid diagnosis of *Y. ruckeri*. In this study, it is determined that *Y. ruckeri* serotype O1 was caused the majority of the infections in rainbow trout. In this study, it is determined that *Y. ruckeri* serotype O1 was caused the majority of the infections in rainbow trout.

REFERENCES

- Austin, B. & Austin, D. (1987).** *Bacterial fish pathogens. Diseases in farmed and wild fish.* First published, Ellis Horwood Ltd., Chichester, UK, 364 p.
- Austin, B. & Austin, D. (1999).** *Bacterial fish pathogens. Diseases of farmed and wild fish.* 3rd ed., Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, 457p.
- Austin, B. & Austin, D. (2007).** *Bacterial fish pathogens. Diseases of farmed and wild fish.* 4th ed., Praxis Publishing, Chichester.
- Altun, S., Onuk, E.E., Çiftci, A., Duman M. & Büyükekiz, A.G. (2013).** Determination of phenotypic, serotypic and genetic diversity and antibiotyping of *Yersinia ruckeri* isolated from rainbow trout. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **19**(2), 225-232. Doi: 10.9775/kvfd.2012.7606
- Balta, F., Çağırğan, H. & Kayış, Ş. (2005).** Kültürü yapılan gökkuşuğu alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) izole edilen *Yersinia ruckeri*'nin identifikasyonunda API 20E testinin kullanılabilirliği. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, **3**(4), 434-437.
- Balta, F., Sandalli, C., Kayış, 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., Dengiz Balta, Z., Özgümüş, O.B. & Çağırğan, H. (2016).** Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) çiftliklerinde *Yersinia ruckeri*'nin portörlük yönünden tetkiki ve antimikrobiyal direncin tespiti. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, **1**(3), 72-76.
- Çağırğan, H. (1995).** Ege bölgesinde görülen yersiniozis vakaları ve tedavisi. *Doğu Anadolu Bölgesi, II. Su Ürünleri Sempozyumu*, 14-16 Haziran 1995, Erzurum, 316-329.
- Çağırğan, H. & Yürekli Türk, O. (1991).** First isolation of *Yersinia ruckeri* from rainbow trout farm in Turkey. In: *The Fifth Conference of EAFP, Disease of Fish and shellfish.* 24-29 August 1991, Book of Abstract, p. 131.
- Çağırğan, H. & Tanrikul, T.T. (1998).** Testing the effectiveness of a yersinia vaccine in infected and chemically treated juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Applied Ichthyology*, **14**, 239-243.
- Davies, R.L. (1990).** O-serotyping of *Yersinia ruckeri* with special emphasis on European isolates. *Veterinary Microbiology*, **22**, 299-307. Doi:10.1016/0378-1135(90)90016-O.
- Diler, Ö., Demirkan, T., Altun, S. & Tural, F. (1998).** Fethiye Bölgesindeki bazı alabalık işletmelerinde yersiniozisin mevsimsel dağılımı üzerine bir araştırma, *Doğu Anadolu Bölgesi, III. Su Ürünleri Sempozyumu*, 10-12 Haziran 1998, Erzurum, 207-220.
- Ewing, W.H. (1972).** *Production of antisera*, Pages 198-205 in P.R. Edwards and W.H. Ewing, Editörs. *Identification of Enterobacteriaceae.* 3rd ed., Burgess Publishing company, Minneapolis, Minnesota.
- Furones, M.D., Rodgers, C.J. & Munn, C.B. (1993).** *Yersinia ruckeri*, the causal agent of enteric redmouth disease (ERM) in fish. *Annual Review of Fish Diseases*, **3**, 105-125.
- Onuk, E.E., Ciftci, A., Findik, A., Ciftci, G., Altun, S., Balta, F., Ozer, S. & Coban, A.Y. (2011).** Phenotypic and molecular characterization of *Yersinia ruckeri* isolates from Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) in Turkey. *Berliner und Munchener Tierärztliche Wochenschrift*, **124**(7-8), 320-328.
- Ormsby, M.J., Caws, T., Burchmore, R., Wallis, T., Verner-Jeffreys, D.W. & Davie, R.L. (2016).** *Yersinia ruckeri* isolates recovered from diseased Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Scotland are more diverse than those from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and represent distinct subpopulations. *Applied and Environmental Microbiology*, **82**(19), 5785-5794.
- Waltman, W.D. & Shotts E.B. (1984).** A medium for the isolation and differentiation of *Yersinia ruckeri*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **41**, 804-808.

*Corresponding author's:

Prof. Dr. Fikri BALTA

Recep Tayyip Erdoğan University, Fisheries Faculty, Aquaculture Department, Department of Diseases. Fener Mah., Zihni Derin Campus, 53100 / Rize, Turkey.

E-mail : fikri.balta@erdogan.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-1823-5823>

Phone : +90 (464) 223 33 85 / 1436

Fax : +90 (464) 223 41 18

GSM : +90 (532) 427 64 89

Sederek ve Şerur İli (Nahçıvan Özerk Cümhuriyeti/Azerbaycan) Florası ve Vejetasyonuna Katkılar

Musa CABBAROV^{1*} Elyar İBRAHİMOV² Fatmaxanım NABİYEVA² Vagif ATAMOV³

¹Bakü Devlet Üniversitesi, Biyoloji Fakültesi, Botanik Kürsüsü, Halilov 23, Bakü/Azerbaycan.

²Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi Nahçıvan Şubesi, Biyolojik Kaynaklar Enstitüsü, Nahçıvan/Azerbaycan.

³Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Rize, Türkiye.

* <https://orcid.org/0000-0003-0386-2207>,

 <https://orcid.org/0000-0002-2780-5912>

 <https://orcid.org/0000-0003-4841-3165>,

 <https://orcid.org/0000-0002-6718-7979>

Received date: 30.07.2019

Accepted date: 06.12.2019

Atf yapmak için: Cabbarov, M., İbrahimov, E., Nabiyeva, F. & Atamov, V. (2019). Sederek ve Şerur İli (Nahçıvan Özerk Cümhuriyeti/Azerbaycan) Florası ve Vejetasyonuna Katkılar. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 484-490.

How to cite: Cabbarov, M., İbrahimov, E., Nabiyeva, F. & Atamov, V. (2019). Contribution to Flora and Vegetation of Sederek and Sharur (Autonomous Republic of Nakhchivan/Azerbaijan). *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 484-490.

Öz: Makalede Azerbaycan'a bağlı Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti'nin Sederek ve Şerur İl sınırları içerisinde yer alan bölgenin flora ve vejetasyonu ele alınmıştır. Bölgede hakim olan frigana vejetasyonunda karakteristik olan bazı bitkiler meyve verimliliği yönünden araştırılmıştır. Bitki örtüsünde bazı faydalı bitki türlerinin bol yayılış gösterdiği ve rasyonel kullanım imkanlarının olduğu belirlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında toplanan bitki örnekleri içerisinde: *Pyrus salicifolia* Pall., *Malus orientalis* var. *montana* (Uglitzk.) Langenf, *Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey., *Amygdalus fenzliana* (Fritsch) Lipsky, *Lonicera bracteolaris* Boiss. et Buhse, *Rhamnus catharicus* L., *Prunus spinosa* L., *Amelanchier ovalis* Medik., *Ziziphus jujuba* Mill., *Asperunginoides axillaris* (Boiss.et Hohen) Rauschert, *Centranthus longifolius* Stev., *Ribes nigrum* L., *Helosciadium nodiflorum* (L.) W.D. J. Koch.vd. taksonlarında araştırma alanı içerisinde yayılış gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Azerbaycan. flora, Nahçıvan. Sederek. Şerur. vejetasyon.

Contribution to Flora and Vegetation of Sederek and Sharur (Autonomous Republic of Nakhchivan/Azerbaijan)

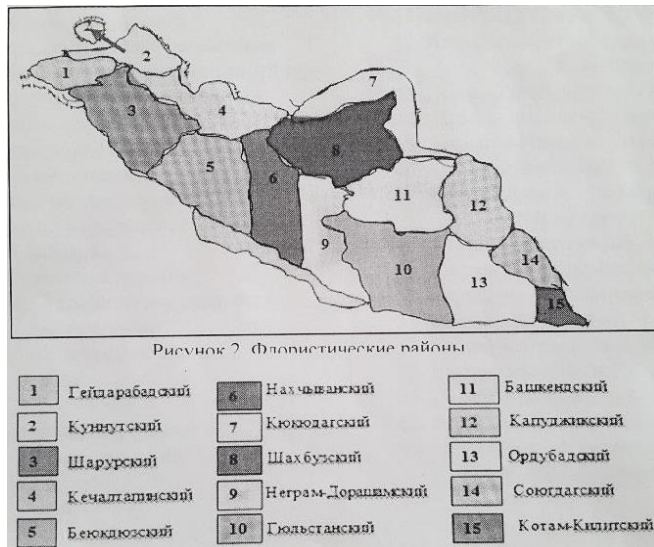
Abstract: In this article, flora and vegetation in Sederek and Sharur provinces of Nakhchivan Autonomous Republic of Azerbaijan is discussed. Some dominant plants which are characteristics of the vegetation in the region have been studied in terms of fruit productivity. It has been determined that some useful plant species are abundant in the vegetation and they have rational usage possibilities. Examples of plants collected during field studies include: *Pyrus salicifolia* Pall., *Malus orientalis* var. *montana* (Uglitzk.) Langenf, *Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey., *Amygdalus fenzliana* (Fritsch) Lipsky, *Lonicera bracteolaris* Boiss. et Buhse, *Rhamnus catharicus* L., *Prunus spinosa* L., *Amelanchier ovalis* Medik., *Ziziphus jujuba* Mill., *Asperunginoides axillaris* (Boiss.et Hohen) Rauschert, *Centranthus longifolius* Stev., *Ribes nigrum* L., *Helosciadium nodiflorum* (L.) W.D. J. Koch.and other taxa also were found to be distributed in the research area.

Keywords: Azerbaijan. flora, Nakhchivan. Sederek. Sharur. vegetation.

GİRİŞ

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti coğrafik olarak Güney Kafkasya'nın dağeteği kuşağında olan Azerbaycan Cumhuriyeti sınırları içerisinde yer almaktadır. Yüz ölçümü 5,5 bin km²'dir. Topografik olarak derin derelerle parçalanmış Zengezur ve Derelegöz dağ silsilelerinin yer aldığı bu arazi çok sayıda vadiler ile bölünmüştür (Azizbeyova, 1961). Derelegöz dağ silsilesinin güney-batısı araştırma alanın kuzey-batısını kapsamaktadır (Harita 1). Alanın en yüksek dağ zirveleri; Küküdağ (3113 m), Keçeldağ (3114 m), Karakuş (2795), Keçeltepe (2740 m), Sinodağ (2905 m), Gelinkaya (2769m), Ordubinası (2505,3 m), Yağargedik (2047,7 m), Kemurludağ (2074 m), Ginadalı (2097,7 m), Remlyar (2278,8 m), Ardaklı (2226 m), vd.'dir. Araştırma alanının düz kesimleri Aras nehrinin sol sahilinde yer almaktadır. Bu kesimde çok da geniş olmayan ve birbirinden ayrı 7 ova (düzlük) yer almaktadır. Bunlar; Sederek, Şerur, Büyükdüz, Kengerli, Çelhankalı, Nahçıvan, Culfa-Ordubad düzleridir. Bu düzler Aras nehri sahilleri ile sık bağlantılı ve alan genişliği 1250 km²'dir.

Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti arazisi zengin bir flora ve vejetasyona sahiptir. Bu yönü ile bölgede çok sayıda araştırmalar yapılmış (Gemberli, 1973; Grossheym, 1936, 1948; İbrahimov, 1973; Karyagin, (1950-1961); Prilipko, (1939-1970) ve bu çalışmalar üzerinden yıllar geçmiştir. Sonuçta doğal flora ve bitki örtüsü tarihi, ekolojik, antropojenik vs. faktörlerin etkisiyle süksesyona uğramıştır. Bitki örtüsünde çok sayıda bitki birlikleri süksesyona uğramış, nadir veya soyu tükenme durumuna gelmiş, bazıları ise yok olmuştur (Grossgeym, 1939-1967).



Şekil 1. Nahçıvan'ın floristik ilçeleri haritası.

İlçeler: 1. Haydarabad, 2. Kunnut, 3. Şahbuz, 4. Keçeltepe, 5. Büyükdüz, 6. Nahçıvan, 7. Küküdağ, 8. Şahbuz, 9. Nehrem-Daraşam, 10. Güllüstan, 11. Başkent, 12. Kapudjik, 13. Ordubad, 14. Soyukdağ, 15. Kotam-Kilit flora ilçeleri.

Araştırma alanı haritada 3, 5, 6 ve 8 no'lu floristik ilçeleri kapsamaktadır.

Bölge florasına göç etmiş bazı istilacı ve yabancı (ruderal, segetal, hidrofil, kosmopolit ve adventiv) türler de

bulunmaktadır. Bundan dolayı amacımız Sederek ve Şerur İl sınırları içerisinde bu günkü ortam şartlarının etkisi ile bölgenin flora ve bitki örtüsünde gerçekleşmiş olan süksesyonel gelişmeleri detaylı bir şekilde araştırmak olmuştur.

MATERYAL VE METOT

Araştırma alanı Nahçıvan'ın Düzlük, Dağlık ve Yüksek dağlık arazilerini kapsamıştır. Araştırmada materyal olarak 2005-2015 yılları arasında toplanmış bitki örneklerinden faydalanılmıştır.

Bölgenin farklı kesimlerinden farklı mevsimlerde toplanmış bitkiler herbaryum örneği şekline getirilmiş, etiketlenmiş ve 8 ciltlik "Azerbaycan Florası" Karyagin, (1950-1961), ve "Kafkasya Florası" Grossgeym, (1939-1967) eserine göre teşhis edilmiştir. Herbaryum örnekleri Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi Nahçıvan Bölmesi'nin Bitki Resursları Enstitüsü'nün Bitki Sistematiği şubesi herbaryumunda saklanmaktadır. Literatürde meyve verimliliğinin belirlenmesi, deneme alanlarının konfigürasyonu, sayısı, ölçüsü, yerleştirilmesi, verilerin değerlendirilmesi, metodun ekonomikliliği gibi konularla ilgili bilgiler literatürlerde mevcuttur (Beydeman, 1954; Polevaya Geobotanika, 1959-1976; Metogika Fenologičeskikh Nablyudeniya Pri Botaničeskikh Issledovaniyakh, 1966).

Meyve verimliliği, potansiyeli, rezervi ile ilgili örneklik alanların belirlenmesi için belirli güzergâhlarda örnek parseller belirlenmiştir. Arazi çalışmalarında örnek parsellerin konulacağı alanlar belirlenmiş ve her parselden 3-4 kez numune alınmıştır. İstasyonlar içerisinde yer alan ağaç ve çalıların sıklığı, örtüş derecesi tespit edilmiştir. Homojen bir fitososyolojik yapıya sahip olan 400 m² ölçüde bir deneme alanı seçilmiş ve bu alanda yer alan ağaç ve çalıların birey sayıları sayılmıştır.

Örneklik alanlar Ayideresi, Çeşme etrafı, Tala Ormanı, Susuz, Armutluk Ormanı ve Karakuş'tan seçilmiştir. Örnek parsel alanında yer alan toplam birey sayısı belirlendikten sonra meyve bitkilerinin (erik, armut, garağat, elma, başınağaç gibi) doğal verim potansiyeli ortaya konmuştur.

Vejetasyon çalışmaları zamanı Polevaya Geobotanika (1959-1976) eserinde verilmiş yöntemlerden, taksonların adları ve otör isimlerinde ise Çerepanov (1995) ve Kafkasya Florası Konspekti (2003; 2006; 2008; 2012) eserlerinden faydalanılmıştır.

Bölgede yayılış gösteren bazı yabancı meyve türlerinin *Pyrus salicifolia* Pall., *Malus orientalis* var. *montana* (Uglitzk.) Langenf., *Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey., *Amygdalus fenzliana* (Fritsch) Lipsky, *Lonicera bracteolaris* Boiss. et Buhse, *Rhamnus catharicus* L., *Prunus*

spinosa L. mevsimsel biyokolojik özellikleri (bolluğu, verimliliği ve tedarik potansiyeli) değerlendirilmiştir. Ayıderesi, Kazmaderesi, Cehennemderesi, Bağırsakderesi ve Danakalası mevkilerinde 5 deneme alanı belirlenmiş ve bu bitkilere ait 12 birey numaralandırılmış.

Botanik araştırmalarında Fenolojik Müşahede Medotları (1966) kitabından faydalanılarak deneme alanlarında seçilmiş ve numaralandırılmış bitkilerde çiçek ve meyve oluşumu dönemlerini kapsayan fenolojik gözlemler yapılmıştır.

BULGULAR

Günümüzde besin değeri yüksek olan doğal ürünlerin temin edilmesinde yabancı bitkilerin rolü önem kazanmıştır. Gıda, tıbbi ve diğer faydalı özelliklere sahip bitkilerin olduğu bölgelerde tedarik imkânlarının daha da artırılması istenmektedir. Günümüz problemlerinin biri de yabancı meyve türlerinin verimliliğinin teşhis edilmesi ve ürüne dönüşmesi yollarının belirlenmesidir.

Mevcut taksonların (familya, cins ve türlerin) oluşturduğu bir doğal bütünlük o bölgenin florasını oluşturur. Buna bağlı olarak elimizden geldiği kadar araştırılan bölgenin florasını toplamaya çaba gösterilmiş ve bölgenin florası ile bağlı yeni özellikler ortaya konmaya çalışılmıştır. Araziden toplanan bitkiler detaylı bir şekilde araştırılmış, teşhis edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Sonuçta bölgede yayılış gösteren meyve özellikli ve tıbbi yönden faydalı, nadir ve soyu tükenme tehlikesi olan bitkiler belirlenmiştir.

Sederek ve Şerur İl sınırları içerisinde yayılış gösteren bitkilerin familyalara göre cins ve tür dağılımı belirlenmiştir (Tablo 1.).

Tablo 1.'de görüldüğü gibi Nahçıvan arazisinde toplam 580 cinsle ait 2072 türe rastlanılmaktadır. Bunlardan 214 cinsle ait 711 türün Sederek ve Şerur İl sınırları içerisinde yayılış gösterdiği belirlenmiştir. Cins ve tür sayısına baktığımızda; *Asteraceae* Dumort., *Poaceae* Barnhart., *Rosaceae* Adans., *Fabaceae* Lindl., *Caryophyllaceae* Juss., *Lamiaceae* Lindl., *Brassicaceae* Burnett ve *Apiaceae* Lindl. familyalarının daha zengin olduğu gözükmektedir. Tür sayısı 51-88 arasında değişen 5 familya yer almaktadır. Araştırılan bölgenin florasında 57 cinsle ait takson sayısının daha fazla olduğu, özellikle; *Bromus* L., *Bromopsis* Fourr., *Poa* L., *Stipa* L., *Ranunculus* L., *Papaver* L., *Dianthus* L., *Gypsophila* L., *Minuartia* L., *Silene* L., *Atriplex* L., *Chenopodium* L., *Salsola* L., *Rumex* L., *Viola* L., *Populus* L., *Salix* L., *Erysimum* L., *Alyssum* L., *Lepidium* L., *Euphorbia* L., *Sedum* L., *Alchemilla* L., *Crataegus* L., *Potentilla* L., *Pyrus* L., *Rosa* L., *Astracantha* Podlech, *Astragalus* L., *Lathyrus* L., *Medicago* L., *Onobrychis* Hill, *Trigonella* L., *Vicia* L., *Pimpinella* L., *Valerianella* Hill, *Campanula* L., *Artemisia* L., *Centaurea* L., *Cirsium* Hill, *Cousinia* Cass., *Helichrysum* Mill., *Hieracium* L., *Inula* L., *Pyrethrum* Zinn., *Scorzonera* L., *Senecio* L., *Tragopogon* L., *Galium* L., *Scrophularia* L., *Verbascum* L., *Veronica* L. cinslerine ait taksonların bölgenin bitki örtüsünde önemli rol oynadığı görülmektedir (Karyagin, 1950-1961; Grossheym, 1939-1967); (Talibov ve İbrahimov, 2008).

Tablo 1. Araştırma alanında yaygın olan familyalara göre cins ve tür dağılımı.

№	Familyalar	Nahçıvan Ö.C. arazisinde				Araştırma alanında			
		Cin	%	Tür	%	Cins	%	Tür	%
1.	<i>Poaceae</i> Barnhart.	95	16,37	297	14,33	29	13,55	78	10,97
2	<i>Asteraceae</i> Dumort.	89	15,34	337	16,26	31	14,48	120	16,87
3	<i>Brassicaceae</i> Burnett	66	11,37	165	7,96	15	7,00	53	7,45
4	<i>Apiaceae</i> Lindl.	56	9,66	105	5,06	19	8,87	32	4,50
5	<i>Fabaceae</i> Lindl.	47	8,10	258	12,45	10	4,67	82	11,53
6	<i>Caryophyllaceae</i> Juss.	32	5,51	109	5,26	9	4,20	30	4,21
7	<i>Lamiaceae</i> Lindl.	30	5,17	128	6,17	7	3,27	47	6,61
8	<i>Chenopodiaceae</i> Vent.	30	5,17	76	3,66	14	6,54	40	5,62
9	<i>Rosaceae</i> Adans.	30	5,17	153	7,38	8	3,73	45	6,32
10	<i>Boraginaceae</i> Adans.	25	4,31	60	2,89	12	5,60	19	2,67
11	<i>Scrophulariaceae</i> Boiss.	18	3,10	88	4,24	7	3,27	25	3,51
12.	<i>Ranunculaceae</i> Adans.	15	2,58	57	2,75	16	7,47	22	3,09
13	<i>Cyperaceae</i> Boiss.	13	2,24	51	2,46	11	5,14	18	2,53
14	<i>Polygonaceae</i> Boiss.	10	1,72	34	1,64	7	3,27	20	2,81
15	<i>Rubiaceae</i> Boiss.	8	1,37	38	1,87	6	2,80	17	2,39
16	<i>Hyacinthaceae</i> Batsch.	7	1,20	23	1,11	5	2,33	13	1,82
17	<i>Liliaceae</i> Juss.	4	0,68	34	1,64	4	1,86	16	2,25
18	<i>Iridaceae</i> Juss.	3	0,51	23	1,11	3	1,40	10	1,40
19	<i>Alliaceae</i> J.Agarth.	2	0,17	36	1,73	1	0,46	24	3,37
Toplam		580	100	2072	100	214	100	711	100

Bu cinsler arasında: *Astragalus* L. (69 takson), *Silene* L. (25 takson), *Vicia* L. (25 takson), *Rosa* L. (33 takson), *Centaurea* L. (24 takson), *Crataegus* L. (20 takson) tür sayısı daha baskındır. Diğer cinslerde tür sayısı 10-19 arasında değişmektedir. *Malus orientalis* var. *montana* (Uglitzk.) Langenf, *Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey., *Amigdalus fenzliana* (Fritsch) Lipsky, *Lonicera bracteolaris* Boiss. Et Buhse, *Rhamnus catharicus* L. gibi tek türle temsil olunan fakat bölgede yayılışı geniş olan taksonlar da mevcuttur. Bu türlerin baskın bir popülasyonda olması bölgede ekonomik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Bölgede doğal bir anıt niteliğinde olan *Ziziphus jujuba* Mill. (Hünnab) türüne Çaradaş kayaları çevresinde yoğun, Sederek ve Kerki köyleri arasında ve Cihennemcarası, Kürtbabadağı mevkilerinde ise seyrek olarak rastlanmaktadır. Ancak köy muhtarının anlattıklarına göre Sederek bölgesindeki hünnabın (*Ziziphus jujuba* Mill.) baskın olduğu bu bölge aşırı derecede tahrip edilmiştir. Hünnabın yayılış gösterdiği bu alanda 4-5 yıl öncesine kadar 160 adet bulunurken günümüzde aynı lokalitede 25 adet hünnab bireyine rastlanılmıştır.

Elaeagnaceae familyasına ait ve bölge için ekonomik değere sahip olan *Hippophoe rhamnoides* L. (yalancı iğde) türüne Lizburtderesi, Bağırsakderesi vadilerinde rastlanılmıştır.

Dikensiz Sakız ağacı (*Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey.) türüne sadece Kunnut dağı yamaçlarında yerleşen Sederek, Zaqatzip, Yaycı ve Gümüşlü köyleri çevrelerini kapsayan arid seyrek orman birlikleri içerisinde rastlanmıştır.

Bu bölgelerde *Pistacia mutica* bol meyve vermektedir. Eskiden yöre halkı bu bitkinin odunundan yakacak olarak faydalanmıştır. Bu bitkinin odunundan hazırlanan kömür ise günümüzde semt pazarlarında satılmaktadır. Bundan dolayı aşırı kesim nedeni ile bazı yerlerde fıstık birliklerine sık bazı yerlerde ise nadir olarak rastlanılmaktadır.

Pistacia mutica türünün baskın olarak Eşeklimeydanı, Kazmaderesi, Kurbağaderesi, Kahalar, Başağıl, Bozağıl, Tejkap gibi yaşam yerlerinin yakınlarında rastlanılmaktadır. Kerki (Ejdekan dağı) köyü yakınlarında yayılış gösteren *Juniperus polycarpus* (çokmeyveli ardıç) bölge halkı tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu köylerde yaşayan yerli halk *Juniperus polycarpus* bireyleri

içerisinde gösterişli gövdeye sahip olan örneklerini yılbaşı ağacı ve inşaat malzemesi olarak kesmektedirler.

Şerur İl sınırları içerisinde *Pyrus salicifolia* Pall. (söğüt yapraklı armut), *Malus orientalis* var. *montana* (Uglitzk.) Langenf (Dağ elması), *Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey. (Dikensiz Sakız ağacı), *Amygdalus fenzliana* (Fritsch) Lipsky (Dağ bademi), *Rhamnus catharicus* L. (Akdiken) ve *Prunus spinosa* L. (çakal eriği) taksonlarının yaygın olarak iştirak ettiği bitki birliklerinin fitososyolojik yapısında bu taksonlar saf ve karışık birlikler oluşturmaktadır.

Nitraria schoberi L. türüne bölgede Kerimbeyli, Halaj, Tumaslı, Puryan, Hok, Kıvrak, Şahtahtı, Barmaziyar köylerin çevresinde az sayıda rastlanılmaktadır.

Yöre halkı eski devirlerden günümüze kadar gövdeleri 4-5 (bazen 7-8) metreye kadar boylanabilen *Nitraria schoberi* türünü bahçelerinde yetiştirmektedir. Tuza dayanıklı bu bitkinin gövdesi 8-9 (10-12) metreye kadar ulaşabilen, geniş şemsiyemsi bir dallanmaya sahip ağaç olarak her yıl bol miktarda meyve vermektedir.

Araştırma alanı bitki örtüsünün fitososyolojik yönden araştırılması süresince bilimsel ve pratik yönden değerli çok sayıda bitki birliklerine, assosasyonlara rastlanılmıştır. Arazide yerleşim yüksekliğine göre üç vejetasyon tipi belirlenmiştir.

Birincisi Aras nehri Tezekent köyünden Hok ve Kerimbeyli köyü istikametine kadar olan: halofitik çöl ve yavşanlı yarıçöl vejetasyonunun yaygın olduğu bölgedir.

İkincisi Aras nehrinden; Sederek, Tahahama, Gümüslü, Dapakent, Daşarh, Yenikent (1100 m) yönünde ve daha yüksek kesimlere kadar olan (1800 m) dağ kserofit ve dağ bozkırlarının yaygın olduğu bölgedir.

Üçüncü ise; 1800-2800 m ve daha yükseklerde yer alan, subalpin çayırlar, bozkırlaşmış çayırlıklar, seyrek ormanlıklar ve çalı birliklerinin yaygın olduğu bölgelerdir.

Bölgenin frigana birliklerinin, makro ve mikro gruplaşmaların oluşumunda; *Astragalus microcephala* (Willd.) Podlech, *A. karjagini* (Boiss.) Podlech, *A. lagurus* Willd., *Onobrychis cornuta* (L.) Desv., *Acantholimon karelinii* (Stscheegl.) Bunge, *A. caryophyllaceum* Boiss. vb. taksonların iştiraki, edifikatör ve karakter tür olarak birliklerin fitososyolojik yapısında iştirak etmektedirler (şekil. 1-6).

Aras nehri etrafı düzlüklerinde (Sederek düzü, Şerur düzü ve Büyükdüz) topraklar halofitleşmiş ve yıllık toplam yağmurun kısıtlı olması (250 mm'den az) ile karakteristiktir. Geniş alanlarda Kıvrak Şahtahtı köyleri çevresinde, Aras nehri kıyıları boyu halofitik bitkiler: *Kalidium caspicum* (L.) Ung., *K. foliatum* (Pall.) Moq. Hok, *Salsola dendroides* Pall., *S. soda* L. yayılış göstermektedir. Çukur yerlerde halohigrofil ve saf hidrofil birliklerine rastlanılmaktadır. Nahçıvan arazisinde daha nemli, substratın zengin ve tamamen suya batmış yerlerinde ise *Salicornia europea* L. türünün saf birliklerine (assosasyonlarına) rastlanılmaktadır.

Salsola dendroides Pall. ile bir arada *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge, *P. glauca* (Pall.) Bunge, *Suaeda altissima* (L.) Pall., *Seidlitzia florida* (Bieb.) Bunge. taksonları geniş alanda yayılış göstermektedir. İlk defa *Salsolium* birlikleri ile *Halostachys belangeriana* (Moq.) Botsch. ve *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb. taksonlarının Hok, Şahtahtı, Tezekent, Diyatsin, Pisyan, Karakaçanlı, Halaj, Demirli, Ketadj, Arıbatan köylerin çevresinde baskın olduğu tarafımızdan kaydedilmiştir.

Araştırma alanının denizden 1100-1200 m yüksekliklerinde kseromorf jipsli habitatlar yer almaktadır. Kaydedilen halofitik bitkilerle birarada *Nitraria schoberi* L. ve *Solanum nigrum* L. türlerine de rastlanılmıştır. Sonbahar sonu meyveleri olgunlaştığında yenilen bu bitkiler alanda geniş yayılış göstermektedir.



Şekil 1. *Astracanthetum microcephalae*



Şekil 2. *Astragaleto-Stachyetum inflatae*



Şekil 3. *Astragaleto-Acantholimonetum*



Şekil 4. *Amygdaleto-Astracantetum mycrophyllae*



Şekil 5. *Thymeto-Acantholimonetum bracteatumae*



Şekil 6. *Onobrychietum cornutae*

Bölgenin dağlık kuşaklarında karışık çalı ve arid seyrek orman formasyonunda *Ziziphus jujuba* Mill., Sederek il sınırları içerisinde yer alan; Kerki, Danzik, Gümüşlü, Djagadzir, Aşağıyaycı, Gamzali, Yukarıyaycı, Ahura ve diğer köylerin etrafında ise *Pistacia mutica* geniş yayılmaktadır. Ejderkan dağı Armutlu ve Ayıderesi yaylası Tananam köyü ile Ayıderesi arasında yer alan Elligedikde *Malus orientalis*, Danakalesı ve Ahura köyü ile Karakuş dağları arasında *Cornus mas*, Kazmaderesi ile Kürtbabaderesi arasında ise *Pistacia mutica* ve *Juniperus polycarpus* baskın olarak yayılış göstermektedir. Bölgede *Crataegus* (Adi alıç), *Rosa* (kuşburnu), *Berberis* (Kadın tuzluğu), *Rhamnus* (cehri), *Pyrus* (armut) vb. cinslere ait olan türlerin yayılış gösterdiği karışık çalı birlikleri bu bölgelerde geniş yayılmıştır.

Dağların kuru ve yer-yer otsu yamaçları *Amygdalus fenzliana* ve *Rhamnus pallasii* gibi arid seyrek orman birlikleri ile örtülüdür. Bu bitkiler ve onların oluşturduğu fitosenozlar yabancı meyve bitkilerinin doğal rezervini oluşturmaktadır.

İl sınırları içerisinde piyasa değerine sahip çok sayıda yabancı meyve türlerine rastlanılmaktadır. Yörede doğal yayılış gösteren bazı yabancı meyve türleri özel bir işleme tabi tutulmadan doğal olarak veya pişirilmiş şekilde yiyecek olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bu bitkiler içerisinde kızılıncık (*Cornus mas*) ve kadıntuzluğu (*Berberis vulgaris* L., *Berberis iberica* Stev. Et Fisch.) türlerinin şubat sonu erken çiçek açtığı ve çiçeklemenin nisanın sonu ve mayısın ilk yarısına kadar sürdüğü belirlenmiştir. *Malus orientalis*, *Pyrus salicifolia*, *Amygdalus fenzliana* nisan başından haziranın ortalarına kadar, *Crataegus caucasica* C. Koch, *Amelancher rotundifolia* (Lam.) Dum., *Lonicera bracteolaris* Boiss. et Buhse ise mayısın başlarından temmuzun başlarına kadar çiçek açma fenofazında olduğu gözlemlenmiştir. *Cerasus mahaleb* (L.) Mill. (mahlep) ise haziran başlarında çiçek açmaya başlamaktadır.

Rosa cinsine ait 600 taksondan Kafkasya'da 56, Azerbaycan'da 42, Nahçıvan'da ise 21 taksona rastlanılmaktadır (Karyagin, 1937-1967, Azerbaycan florası, 5. cilt). Bazı taksonlarda meyve olgunlaşması ağustos başında, bazıları ise ağustos sonu veya ekimin başında, *Berberis vulgaris*, *Berberis iberica* (Kadın tuzluğu) meyve olgunlaşması ise kasım sonunda, erik ve doğu adi alıç türlerinin meyve olgunlaşması ise ekim sonunda gerçekleşmektedir. Dikey kuşaklanmaya bağlı olarak aşağı ve orta dağ kuşaklarında meyve işlenmesi için en uygun hazırlık dönemi ağustosun sonu eylül başı, yüksek dağlık kuşaklarda ise eylülün ikinci yarısından kasımın başlarına kadar olan sürenin en uygun olduğu belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Azerbaycan arazisi sınırları içerisinde dağ kserofit vejetasyonu geniş olarak Nahçıvan'ın orta dağ ve Talış'ın yüksek dağlık (Diabar/Zuvand) bölgesinde, lekeler şeklinde ise Gobustan, Bozdağ silsilesi ve Karabağ'ın güney

kesimlerinde yayılış gösterdiği bilinmektedir (Prilipko,1939; 1970).

Talış'ın Zuvand (Diabar) bölgesinde yayılış gösteren dağ-kserofit birlikleri ile Nahçıvan Özerk Bölgesinin ve İran'ın dağ kserofitleri arasında ortak fitosoyolojik özelliklerin olduğu bilinmektedir (Hacıyev vd.,1979; Hacıyev vd.,1990).

Lerik İli Kosmalıyan köyü çevresindeki güney yamaçlarda dikenli gevenlerin *Astragalus aureus*, *A. picnophyllus*, *A. strictifolius* baskın olarak yayılış gösterdiği, bazen *Onobrychis cornuta*, *Acantholimon hohenaceri* ve *A. bracteatum* türlerine de seyrek rastlanılmaktadır (Hacıyev vd., 1990).

Nahçıvan ile komşu olan Ermenistan arazisinde de dağ-kserofit birliklerine rastlanıldığı, subalpin çayırların daha zengin (120-140 tür) floraya sahip olduğu kaydedilmiştir (Magakyan, 1941).

Gürcistan'ın batısında kireçle zengin olan dağlık bölgelerinin florasında 92 familya ve 350 cinsle ait 900 çiçekli bitki türünün olduğu bilinmektedir. Özellikle *Campanulaceae* ve *Polypodiaceae* familyalarına ait cinslerin önemli yer tuttuğu Kolşik bölgede 4 cinsin endemik olarak yer aldığı, Kolşik ve Kafkasya endemik türlerinin sayısının toplam Kafkas türleri florasının % 22,4'ünü (203 tür) oluşturduğu da bilinmektedir (Sokadze, 1982).

Hacıyev vd., (1990) Küçük Kafkasyanın subalpin kuşağında takson sayısı yüksek dağ kesimlerinde 100, alpin çimenliklerinde ise 28-30(35) arasında seyreden bir floraya sahip olduğu kaydedilmiştir.

Nahçıvan genelinde yapılan arazi çalışmaları sırasında bölgeden toplanmış flora örnekleri içerisinde Nahçıvan Özerk Bölgesi için yeni familya olarak; *Ruppiaceae* Hutch., *Zannichelliaceae* Dumort, cins olarak: *Asperunginoides*, *Salicornia*, *Ruppia*, *Zannichellia*, *Abutilon*, tür olarak ise: *Ziziphus jujuba*, *Asperunginoides axillaris*, *Salicornia europaea*, *Abutilon tehophrasti*, *Tamarix octandra*, *Ruppia maritima*, *Zannichellia palustris* teksonları ilk olarak kayıt edilmiştir. Bunun dışında Batabat ve Biçenek köyleri çevresinde 2 yeni alıç türünün (*Crataegus pontica* ve *C. atrosanguinea*) yayılış gösterdiği belirlenmiştir (İbrahimov, 2005; Atamov, 2002; Talibov, 2001, 2003).

Bölgede yapılan floristik, jeobotanik ve reserve yönelik çalışmalar bu güne kadar kaydedilmemiş *Halostachys belangeriana* (Moq.) Botsch, *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., *Salicornia europaea* L. gibi bilimsel ve pratik öneme sahip olan taksonların olduğu belirlenmiştir.

Prilipko, (1970) bu bölgede; *Artemisetum itrchiana*, *Salsolium nodulosae*, *Kalidietum*, *Anabasiatum*, *Seidlitzietum* gibi yarıçöl birlikleri dışında: *Artemisetum-Salsolium dendroisae*, *Artemisetum-Salsolium nodulosae*, *Artemisetum-Halocnemum caspicae*, *Capparetum herbaceae*, *Euphorbietum seguerianae*, *Peganetum harmalae*, *Alhagetum persarum* gibi çöl tipi bitki birliklerinin olduğu kaydetmiştir.

Movsumova ve İbrahimov (1986), Talibov ve İbrahimov (2008;2018) tuzlu habitatların florasında *Nitraria schoberi* L. (Şöber şorgilesi) türünde yayılış gösterdiğini kaydetmiştir. Drupa (üzümsü) tipi ince kabuklu bir meyveye sahip olan bu bitkinin tohumu ile birlikte çiğ olarak yenen bir çalı türü olduğu bölge halkı tarafından da bilinmektedir.

Kaynaklarda (Grossheym, 1939-1967; Karyagin, 1950-1961) *Nitraria schoberi* türünün Nahçıvan arazisi sınırları içerisinde yer almadığı görünür. Ancak bölgede gerçekleştirdiğimiz araştırmalar sırasında Sederek ve Kerki köylerinin 6-7 km kuzey-doğusunda Çaradaş kayaları yakınlarında da *Nitraria schoberi* türünün yayılış gösterdiği tarafımızdan kaydedilmiştir.

Movsumova ve İbrahimov (1986) bölgenin halofitik çöl vejetasyonunun florasında 44 familya ve 160 cinse ait 265 çiçekli bitki taksonunun yayılış gösterdiğini, bu bitkilerden 195'inin (% 47,2) çöl tipi vejetasyona ait karakteristik taksonlar olduğunu göstermiştir.

Aras nehri boyunca, özellikle nehir kıyı kesimlerinde 40-50 yıl sonra: *Anabasis aphylla* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., *Halostachys belangeriana* (Moq.) Botsch., *Kalidium caspicum* (L.) Ung., *Petrosimonia brachiata* (Pal.) Bunge, *Suaeda altissima* (L.) Pall., *S. dendroides* (C.A.Mey.) Moq., *Salsola dendroides* Pall., *S. crassa* Bieb., *S. nodulosa* (Moq.) İljin, *Seidlitzia florida* (Bieb.) Bunge gibi çorak çöl bitkilerinin edifikatörlüğü ile halofitik çöl birliklerinin alanının daha da genişleyebileceği vurgulanmıştır (İbrahimov vd., 2018).

Araştırma bölgesinde yayılış gösteren ve "Azerbaycan'ın Kırmızı Kitabı"na dahil olan *Gundelia tournefortii* L., *Crocus speciosus* Bieb., *Iris grossheimii* Woronow ex. Grossh., *Iris lucotis* Woronow, *Iris prilipkoana* Kem.-Nath., *Iris elegantissima* Sosn., *Iris caucasica* Stev., *Bellevalia pangistula* (Miscz.) Grossh., *Tulipa eichleri* Regel, *Tulipa julia* C.Koch, *Tulipa florenskyi* Woronow, *Ornithogalum ponticum* Zahar., *Allium akaka* S.G. Gmel. Ex Schult. Fil., *Allium woronowii* (Miscz.) Grossh., *Asparagus persicus* Baker taksonların araştırma alanında tamamen koruma altına alınması gerektiği ortaya çıkmıştır (Azerbaycan Respublikasının kırmızı kitabı, 2013; Talibov & İbrahimov, 2008).

Nahçıvan'ın bitki örtüsünde; meşe (*Quercus macrantherae* Fisch.& C.A.Mey.ex Hohen), meşe-dişbudak (*Quercus macranthera-Fraxsinus excelsior*), meşe-alıç (*Quercus macranthera-Crataegus monogyna*) gibi geniş yapraklı orman ve *Botryochloulum ischemum*'un baskınlığı ve *Juniperus communis* L., *J. sabina* L., *J. excelsa* Bieb., *J. foetidissima* Willd., *Pistacia mutica* C.A.Mey., *Pyrus salicifolia* Pall., *Rhamnus pallasii* C.A., *Rh. catharica* L., *Rh. spathulifolia* C.A.Mey., *Paliurus spina-christi* Mill., vb. taksonların iştiraki ile ise otsu-arid seyrek orman birlikleri ve dağ bozkırlarının bir arada yayılış gösterdiği vurgulanmıştır (İbrahimov, Cabbarov vd., (2018). Bu alanlarda yayılış gösteren; *Stachys inflata* Benth., *Thymus collinus* Bieb., *Th. kotschyanus* Boiss. et Hohen dağ-kserofit bitki birliklerinde

daha geniş yayılım göstermektedirler (Guseynova & İbrahimov, 2018; Guseynova vd., 2018; Cabbarov vd., (2012).

Şahbuz ve Ordubad arazilerinde kserofit karakterli seyrek çalı ve ağaç türleri arasında baskın durumda frigana birliklerinin yayılış gösterdiği belirlenmiştir. İbrahimov vd., (2018) bölgenin frigana vejetasyonunun sınıflandırılmasına yönelik çalışmada, bölgede *Astragalo-Brometea* Quzel 1973 sınıfına ait 1 ordo (*Astragalo-Acanthalimonetalia*); 2 alyans (*Thymeto-Acantholimonion* ve *Asracanthetion mycrophyllae*) ve 3 bitki birliğinin (*Thymeto-Onobrychetum cornutae*, *Thymeto-Acantholimonetum bracteatumae*, *Amygdaleto-Astracantetum mycrophyllae*) olduğunu ve bu birliklerin geniş yayılış gösterdiği vurgulanmıştır (İbrahimov vd., 2018).

Nahçıvan arazisinde bundan başka *Celtis caucasica* Willd., *C. tournefortii* Lam., *C. glabrata* Planch, *Amygdalus fenzliana* Lipsky, *Rhus coriaria* L. vb. yaprak dökken çalı ve ağaç türlerinin oluşturduğu seyrek orman birliklerine de rastlanılmaktadır (Talibov & İbrahimov, 2010; Talibov vd., 2018).

Amelanchier ovalis Medik., *Ziziphus jujuba* Mill, *Centranthus longifolius* Stev., *Ribes nigrum* L., *Pistacia mutica* Fisch. & C.A. Mey., *Apium nodiflorum* Lag. (Sin.: *Helosciadium nodiflorum* (L.) W.D.J. Koch) türleri Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti arazisinde lokal yayılış göstermektedir (Guseynova vd., 2017).

Açık ve güneşli yamaçlarda yer alan armutlardan bazı bireyler 100-120 kg, bazı bireyler 200 kg, erik 60-100 kg, kuş armudu 14-20, elma 150-180 (300 kg), ağaçbaşına 8-12 kg taze meyve vermiştir.

Bu araştırma sonucu bölgede meyve ve çiçek toplayıcıları için optimal zamanın her bir bitkinin yaşadığı yükselti ve coğrafik durum şartlarına göredeğişik zamanlara denk geldiği gözlenmiştir. Özellikle çiçek toplama zamanı erken ilkbahar, ilkbahar sonu, meyve olgunlaşma döneminin ise yaz, sonbahar ve sonbahar sonu olduğu belirlenmiştir.

Bu veriler ışığında araştırma bölgesinde flora ve vejetasyonun bitki çeşitliliği açısından zengin olduğu gözükmektedir.

KAYNAKLAR

- Bağirov, H.S. & Hacıyev, C.E. (2013).** *Azerbaycan Respublikasının kırmızı kitabı. Nadir ve nesli kesilmekte olan bitki ve göbelek növləri. İkinci Baskı, Şerg-Qerb, 676s.*
- Azizbeyova, Ş.A. (1961).** *Geomorfologiya Nahçıvanskoy ASSR. Gos.nauç.-tekn.izd.literaturı po geologii i okrane nedr., Moskova, 13-198.*
- Atamov, V. (2002).** *Azerbaycan'ın bozkır vejetasyonunun fitocoğrafik bölgeleri. Ot sistematik Botanik Dergisi, 9(2), 101-116.*

- Beydeman, I.N. (1954).** *Metodika fenologičeskich nablyudenii prigeobotaničeskich issledovaniyach.* İzd. AN SSSR, M.-L.
- Gadjiyev, V.D. (1970).** *Visokogornaya rastitelnost Bolşhogo Kafkaza i ee xozyaystvennaya znaçeniya.* Baku, Elm, 280s.
- Gadjiyev, V.D., Kuliyeva, X.G. & Vagabov, Z.V. (1979).** *Flora i rastitelnost visokogorii Talişha.* Bakü, Elm, 148s.
- Gadjiyev, V.D., Aliyev, D.A., Kuliyeve, V.Ş. & Vagabov, Z.B. (1990).** *Visokogornaya rastitelnost Malogo Kafkaza.* Baku, Elm, 210s.
- Çerepanov, S.K. (1995).** *Sosudistye rasteniya Rossii i sopredelnich gosudarstv (vi predelach bivşevgo SSSR.* Petersburg: Mir i semya, 992s.
- Ganbarli, A.A. (1973).** *Stroenie, biologičeskaya i chozyaystvennaya produktivnost nekotarik friganoidnik fitosenozov Nakhcevanskoy ASSR.* Diss. na soisk. Uç. Stepen. Avtoref. kand. biol. nauki, 31s.
- Grossheym, A.A. (1936).** *Rastitelnyy resursı Kafkaza.* Moskova, MOIP, 435s.
- Grossheym, A.A. (1948).** *Rastitelnyy pokrov Kavkaza.* Izd. MOIP, Moskova-Leningrad, 248s.
- Grossgeym, A.A. (1939-1967).** *Флора Кавказа.* (1-7 cilt), Izd.vo Azerb. Filiala Akadem. Nauk SSSR.Baku.
- Guseynova, A.E. & İbragimov, A.S. (2018).** *Efirnoe maslo i himiçeskiy sostav vidov Th. kotschyanus i Th. Collinus// Ministerstvo Prosveshenie Az. Resp., Nauçnie Trusı NGU, Geyrat, 7(88), 20-26.*
- Guseynova, A.E., İbragimov, A.Ş. & Nabiyeva, F.H. (2012).** *Efirnoe maslo i khimiçeskiy sostav nekotarih perspektivnih vidov shalfeya roda Salvia L. rasprostranyonennie na teritorii Nakhcevanskoy Avronomnoy Respubliki.* *Journal of Academy İzd.vo Problemi Nauki, 4(31), 13-16.*
- Cabbarov, T.M., Gurbanov, E.M. & İbragimov, A.Ş. (2012).** *Friganoidi na territorii Nakhçivanskoy AR. Trudi Sentralnogo Botaniçeskogo sada.* Tom X. Baku, "Elm", 295-300s.
- Karyagin, I.I. (1950-1961).** *Flora Azerbaydjana,* (1-8 cilt) Izd.vo AN Azerb. SSR, Baku.
- Konspekt floraKavkaza. (2003).** Tom 3, ch. 2./ Volume 3, b. 2., Petersburg.
- Koldayev, V.H. (1972).** *Zagotovka dikorastuşich pişevich produktov.* Moskova Lesnaya promişlennost, 94s.
- İbrahimov, A.Ş. (2005).** *Rastitelnost Nakhçevanskoy Avtonomnoy Respubliki ee narodnokozyaystvennoe znaçenie.* Baku, Elm, 230 s.
- İbrahimov, A.S. (2007).** *Rastitelnost Nakhçevanskoy Avtonomnoy Respubliki ee proizvoditelnost i botaniko-geografiçeskoe rayonirovanie.* Avtoreferat doktora biologičeskikh nauk. Baku, 44s.
- İbragimov, A.S. & Nabiyeva, F.H. (2018).** *Vidovoy sostav flori Semeystva Bedrentsevie/Nahçivanskoy Avtonomny Respubliki.* Gyandjinskiy Gosudarstvennyy Universtitet, Aktualnie voprosı sovremennoy estestvennoe znaçenie. Materialı Vsesoyuznoy nauçnoy kenferebtsii, Gyandja, 45-49s.
- İbrahimov, A.S., Jabbarov, M.T. & Nabiyeva, F.H. (2018).** *Redkie endemiçnie vidi Poaceae Barnhart. i voprosı ich ochrani// AMBA"Botanik Çalışmalarda yeni çağırışlar" AMEA Botanika İnstitutu ve Azerbaycan Botanikler Cemiyetinin akad. V.C. Hacıyevin 90 illiyine hesr edilmiş konfrans materialları, 20-21 iyun. Bakü, 33-35*
- İbrahimov, E., Cabbarov, M., Nabiyeva, F. & Atamov, V. (2018).** *Nahçivan'm Jeobotaniki Bölgelelendirilmesine Katkılar.* *Anadolu Çevre Hayvancılık Dergisi, 3(3), 145-151s.*
- Magakyan A.K. (1941).** *Rastitelnost Armyanskoy SSR.* M., İzd-vo AN CCCR.
- Movsumova, F.K. & İbrahimov, A.S. (1986).** *İzmenenie flori pustın Nakhçevanskoy ASSR. Tezisi dokladov Respublikanskoy nauçnoy konferentsii "Materialnodukhovnie bogatstvo Nakhçevanskoy ASSR i nauçno-tekniçeskiy progress".* 22-23 aprel, Nakhçevans. 42s.
- Metogika fenologičeskikh nablyudeniya pri botaniçeskikh issledovaniyakh. (1966).** Moskova AN SSSR, 152s.
- Prilipko, L.I. (1939).** *Rastitelnie otnoşenie vi Nakhçevanskoy ASSR.//Trudi Botaniçeskogo İnstituta, T.VII, İzd. Az. FAN, 196s.*
- Prilipko, L.I. (1970).** *Rastitelnyy pokrov Azerbaidjsana.* Bakü: Elm, 169s.
- Pimenov, M.G., Nabieva, F.C., İbadullaeva, S.D. & İbrahimov, A.İ. (2018).** *Heliosciadium nodiflorum noviy rod i vid Umbelliferae dlya flori Azerbaidjana i vsego Kavkaza.* *Botaniçeskiy jurnal. L., Nauka, 103(4), 517-528.*
- Polevaya geobotanika. (1959-1976).** M.-L.: İzd. AN SSSR, Vol.1-5.
- Talıbov, T.G. (2001).** *Nahçivan MR-ın Flora Biyoçeşitliliği ve Onun Nadir Növlerinin Korunması.* Baku: Elm, 191s.
- Talıbov, T.G. & İbrahimov A.S. (2008).** *Taksonomiçeskiy spektr (Vişşie sporovıe, golosemennie i poritosemennie rasteniya) flori Nakhçevanskoy Avtonomnoy Respubliki.* Nakhçevan: Adjami, 364s.
- Talıbov, T.G. (2003).** *Bioraznoobraziya flori Nakhçevanskoy Avtonomnoy Respubliki, ey ratsionalnoe ispolzovaniya i ochrani.* Avtoref. Diss. Doktora biologičeskikh nauk. Baku: 63s.
- Talıbov, T.G. & İbrahimov, A.S. (2010).** *Krasnaya knig Nakhçevanskoy Avtonomnoy Respubliki.* Nakhçevan: Adjami, 676s.
- Talıbov, T.G., İbrahimov, A.S., İbrahimov, A.M., Alekperov, R.A. & İsmailov, A.C. (2018).** *Lekarstvennie Rasteniya Nahçivanskoy Avtonomnoy Respubliki// Orechovo-Zuevo: Redaksiionno-izdatelskiy otdel GGGU, 463 s.*
- Sokhadze, E.B. (1982).** *İzvestnyasaaki i Rastitelnost, Metsniereba, Tbilisi, 160s.*
- *Corresponding author's:**
Musa CABBAROV
Bakü Devlet Üniversitesi, Biyoloji Fakültesi, Botanik Kürsüsü, Halilov 23, Bakü/Azerbaycan.
✉E-mail: musa_telman@mail.ru
ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-0386-2207>
Telefon : +99 (450) 374 00 19

Türkiye Kıyusal Sularındaki Sparidae Familyasının Mitokondri DNA Dizilerine Dayalı Çoklu Lokus Filogenisi [*]

İsmail AKSU^{1*} Yusuf BEKTAŞ²

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Rize, Türkiye.

² Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Rize, Türkiye.

 <https://orcid.org/0000-0002-2104-9888>,  <https://orcid.org/0000-0002-8367-9746>

Received date: 01.10.2019

Accepted date: 09.12.2019

Atıf yapmak için: Aksu, İ. & Bektaş, Y. (2019). Türkiye Kıyusal Sularındaki Sparidae Familyasının Mitokondri DNA Dizilerine Dayalı Çoklu Lokus Filogenisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 491-499.

How to cite: Aksu, I. & Bektaş, Y. (2019) Multilocus Phylogeny of the Family Sparidae in Turkish Coastal Waters Based on Mitochondrial DNA Sequences. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 491-499.

Öz: Mercan balıkları en değerli balık türleri arasında olup tropik ve sıcak kıyusal sularda geniş dağılım gösteren 33 genusa ait yaklaşık 141 türden oluşmaktadır. Sparidae içindeki genus ve alt familya ilişkilerini izah edebilmek için Türkiye kıyı suları için tanımlanan 22 mercan türünün dört mitokondri DNA bölgesi (16S rDNA, COI, Cyt *b* genleri ve kontrol bölgesi)'nin 3562 bp'lik bölgesi analiz edilmiştir. Dört farklı metot (NJ, MP, ML ve BI) kullanılarak oluşturulan filogenetik ağaçlar parafiletik alt familyalara sahip Sparidae familyasının monofilisini göstermiştir. Genetik verilere dayalı olarak Türkiye kıyusal sularındaki sparid türleri, daha önceki taksonomik hipotezlerin aksine iki ana haplogruba ayrılmıştır. Elde edilen filogenetik ağaçlar Sparidae familyası içindeki alt familyaların varlığını desteklememektedir. Bu nedenle morfometrik tekniklerle belirlenen alt familya düzeyinde yapılanmayı destekleyecek ve bu gruplar içinde tutarlı olacak birleştirici karakterler araştırılmalıdır. Sparidae familyası içindeki genuslar arasındaki filogeni yeniden oluşturulmalıdır.

Anahtar sözcükler: Filogeni, mtDNA, Sparidae, Türkiye kıyusal suları.

Multilocus Phylogeny of the Family Sparidae in Turkish Coastal Waters Based on Mitochondrial DNA Sequences

Abstract: Seabreams are among the most valuable fish species and consist of approximately 141 species in 33 genera that are largely distributed in tropical and temperate coastal waters. We analyzed a 3562 bp region of the four mitochondrial regions (16S rDNA, COI, Cyt *b* genes and control region) of 22 seabream species identified for Turkish coastal waters to clarify their genus and subfamily level their relationships. The phylogenetic trees constructed using four different methods (NJ, MP, ML and BI) showed monophyly of the family Sparidae with paraphyletic their subfamilies. Based on genetic data, the sparids in Turkish coastal waters are divided into two major groups that contradicts the previous taxonomic hypothesis. The obtained phylogenetic structure does not confirm the presence of subfamilies within Sparidae. Therefore, the unifying characters supporting the existence of these subfamilies within the Sparidae should be investigated. It should be necessary to reconstruct phylogeny between genera within Sparidae.

Keywords: mtDNA, phylogeny, Sparidae, Turkish coastal waters.

[*]Bu çalışma Yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

[*]This research was produced from Master's thesis study.

GİRİŞ

Mercan balıkları olarak da isimlendirilen Sparidae, genellikle kıyı sularında yaşayan geniş tür zenginliğine sahip önemli bir balık familyasıdır. Deniz balıkları içerisinde en fazla üyeye sahip olan Perciformes takımında yer alan Sparidae familyası yaklaşık 141 tür 33 genusla temsil edilmektedir (Nelson, 2006; Iwatsuki vd., 2015). Bu familyanın Akdeniz de 25 türü mevcuttur (Golani vd., 2006). Sparidae familyasına ait türler Doğu Atlantik'te Britanya adalarından Güney Afrika'ya kadar olan bölgede, Cape Verde, Madeira, Kanarya Adaları dahil olmak üzere Akdeniz ve nadiren Karadeniz'de dağılım göstermektedir (Bauchot & Hureau, 1986). Sparid türleri morfolojik karakterlerden diş yapısı, yüzgeç ışın sayısı, iskelet yapısı ve vücut rengine göre sınıflandırılmıştır (Akazaki, 1962; Smith, 1938; Smith & Smith, 1986). Sparidae familyası önceleri, diş yapılarına ve beslenme şekillerine dayalı olarak Boopsinae, Denticinae, Pagellinae ve Sparinae olarak dört alt familyaya ayırarak şekilde sınıflandırılmıştır (Smith, 1938; Smith & Smith, 1986). Takiben Akazaki, (1962), Sparinae'nin üyelerinin içerisinde diş yapılarına göre bir ayırım yaparak iki yeni alt familyanın (Diplodinae ve Pagrinae) varlığını ileri sürmüştür ve toplamda 6 alt familyada tanımlama yapmıştır. Ayrıca Smith ve Smith, (1986) Sparidleri baş yapısına göre de sınıflandırmıştır. Bu çalışmaların dışında Fiedler, (1991) ise Sparidleri diş yapıları ve beslenme durumlarına göre Boopsinae, Denticinae ve Sparinae olarak üç alt familyaya ayırmıştır. Smith, (1938) ve Smith ve Smith, (1986)'in çalışmalarına göre farklı Pagellinae'yi Sparinae alt familyası içerisinde değerlendirmiş olmasındır.

Morfolojik çalışmaların yanı sıra Sparidae familyası türlerini içeren bazı moleküler çalışmalar da araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Özellikle mtDNA'nın sitokrom *b* (cyt *b*: Orrell vd., 2002; Orrell & 2004; Chiba vd., 2009; Bektaş vd., 2016), 16S ribosomal RNA (16S rRNA: Orrell vd., 2004; Hanel & Sturmbauer, 2000; Summerer vd., 2001; Day, 2002; Cawthorn vd., 2012), 12S ribosomal RNA (12S rRNA: Cawthorn vd., 2012), kontrol bölgesi (D-loop: Summerer vd., 2001; Armani vd., 2015; Viret vd., 2018) ve sitokrom oksidaz alt ünite I (COI: Viret vd., 2018) genleri ve nükleer genomdaki mikrosatellit bölgeleri (De La Herran vd., 2001) Sparidae familyası türlerinin tespiti, sınıflandırılması ve filogenetik ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla çok yaygın kullanılan genetik belirteçlerdir. Yapılan tüm çalışmaların sonucunda araştırmacılar Sparidae familyasının monofiletik bir grup olduğunu fakat morfolojik çalışmalar sonucunda elde edilen familya altı grupların filogenetik analizlerle uyummadığını belirtmişlerdir. Genetik çalışmaların sonucunda morfolojik çalışmalar ile 3 ila 6 arasında değişen alt familya sayısının aksine 2 soy grubunun olduğunu belirtmişlerdir (Hanel & Sturmbauer, 2000; De La Herran vd., 2001; Day, 2002; Orrell vd., 2002; Orrell & Carpenter, 2004; Chiba vd., 2009; Armani vd., 2015).

Kıyusal sularda dağılım gösteren balık türlerinin çoğunu benzer morfolojik karakterlere sahip olmaları nedeniyle doğru bir şekilde sınıflandırmak ve filogenetik ilişkileri yönünden analiz etmek oldukça zordur (Duftner vd., 2007; Westneat vd., 2005). Artan besin ihtiyacı insanları mevcut su ürünleri stoklarını daha iyi yönetmeye ve alternatifler üretmeye mecbur bıraktığı günümüzde su ürünlerinin tespiti, sınıflandırılması ve korunmasını hedefleyen balıkçılık araştırmaları ve kontrolü çalışmaları son yıllardaki modern bilimsel ve teknolojik yöntemlerin geliştirilmesi ile ivme kazanmıştır. Bünyesinde ticari olarak önemli sayılabilen çok lezzetli ve çok değerli deniz balığı türlerini içeren Sparidae familyası sadece küçük ölçekli ve yarı endüstriyel balıkçılık kapsamında değil aynı zamanda Akdeniz'deki yetiştiricilik potansiyeli nedeniyle de artan bir ekonomik öneme sahip olduğundan (Hanel & Sturmbauer, 2000) dağılım alanlarının tespiti, genetik teşhisi ve filogenetik ilişkilerinin belirlenmesi ve su ürünleri kaynaklarının iyi yönetilmesi gerekmektedir.

Bu bağlamda, çalışmamızın hedefleri Türkiye'nin etrafını çevreleyen kıyusal sularda dağılım gösteren ve ekonomik değeri olan Sparidae familyasına ait taksonların genetik teşhisinin yapılması ve filogenetik ilişkilerinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE METOT

Örnekleme Çalışması: Sparidae familyasının türlerine ait bireyler, biyolojik ve ekolojik özelliklerine uygun olarak Türkiye kıyusal sularından dağılım gösterdikleri Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz sahillerinden 6 farklı istasyondan örnekledi. Sparidae familyasına ait 22 farklı türden toplam 138 adet örnek tüm denizleri temsil edecek şekilde bu bölgelerde avcılık yapan ticari balıkçılar yardımıyla toplandı (Tablo 1).

Tablo 1. Sparidae ailesine ait türlerin örnek sayıları ve örnekleme lokasyonları.

TÜR	İSTASYONLAR						TOPLAM
	ISK	AN	IZM	IST	SNP	TRB	
<i>Boops boops</i>	2	2	2	2	-	-	8
<i>Dentex dentex</i>	1	-	1	-	-	-	2
<i>Dentex gibbosus</i>	1	1	1	-	-	-	3
<i>Dentex macrophthalmus</i>	2	2	2	-	-	-	6
<i>Dentex maroccanus</i>	-	1	1	-	-	-	2
<i>Diplodus annularis</i>	2	2	2	2	2	2	12
<i>Diplodus cervinus</i>	2	2	2	-	-	-	6
<i>Diplodus puntazzo</i>	2	2	2	2	2	2	12
<i>Diplodus sargus</i>	2	2	2	2	-	-	8
<i>Diplodus vulgaris</i>	2	2	2	2	-	-	8
<i>Lithognathus mormyrus</i>	2	-	2	2	-	1	7
<i>Oblada melanura</i>	2	-	2	2	-	-	6
<i>Pagellus acarne</i>	2	-	2	2	-	-	6
<i>Pagellus bogaraveo</i>	-	2	2	-	-	-	4
<i>Pagellus erythrinus</i>	2	-	2	2	-	-	6
<i>Pagrus auriga</i>	2	2	2	-	-	-	6
<i>Pagrus caeruleostictus</i>	3	2	2	2	-	-	9
<i>Pagrus pagrus</i>	-	2	1	-	-	-	3
<i>Pagrus major</i>	-	2	-	-	-	-	2
<i>Sarpa salpa</i>	2	-	2	2	-	-	6
<i>Sparus aurata</i>	2	2	2	2	-	-	8
<i>Spondylisoma cantharus</i>	2	-	2	4	-	-	8
TOPLAM	37	26	38	28	4	5	138

ISK: İskenderun, AN: Antalya, IZM: İzmir, IST: İstanbul, SNP: Sinop, TRB: Trabzon

Örnekleme aşamasında hedeflenen türlerin teşhisi için Akazaki (1962), Smith (1938), Smith ve Smith (1986) ve Fiedler (1991)'in çalışmalarında kullandıkları vücut rengi, diş yapısı, dorsal yüzgeç sert ışın varlığı ve sayısı gibi metrik ve meristik verilerden yararlanılmıştır.

Teşhis edilen her bir numuneden alınan yüzgeç dokuları % 96 etanolde muhafaza edildi ve daha sonra DNA izolasyonu için RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi Genetik Laboratuvarı'na getirildi. Bu çalışmada Yerel Etik Kurul ilkelerine uyulmuştur.

DNA İzolasyonu, PZR Uygulamaları ve DNA Dizini

Analizi: Total DNA, Promega Wizard® Genomik DNA İzolasyon Kit (Madison, WI, USA) prosedürüne göre alkolde muhafaza edilmiş olan yüzgeç dokusundan izole edildi ve bir sonraki aşamaya kadar -20°C de saklandı. Total DNA'nın kalitesinin belirlenmesi için öncelikle etidyum bromürle boyanmış % 0,8'lik TAE-Agaroz jelde yürütülmesi gerçekleştirildi. Sonrasında ise jel bir UV transillüminatörde görüntülendi. Total DNA miktarı ve kalitesi Spectrophotometer (2000c Thermo Scientific, USA) cihazında belirlendi.

Bu çalışmada Sparidae türlerine ait bireylerin mitokondri DNA (Cyt *b*, 16S rRNA, COI ve Dloop) gen

dizilerini artırabilmek ve dizin analizlerini gerçekleştirmek için tarafımızdan FastPCR (Kalendar vd., 2009) programı yardımıyla tasarlanan primerler (Tablo 2) kullanılarak gerçekleştirildi.

Polimeraz Zincir Reaksiyonları (PZR), 10 µl 5X reaksiyon tamponu; 3,5 µl MgCl₂ (25 mM); 4 µl dNTP karışımı (10 mM); 1 µl ileri primer (10 pmol); 1 µl ters primer (10 pmol); 0,2 µl *Taq* DNA polimeraz enzimi (1 U); 3 µl total DNA (50 ng/ µl) ve 27,3 µl steril saf su ilavesi ile son hacmi 50 µl olacak şekilde hazırlandı. Polimeraz Zincir Reaksiyonunu gerçekleştirmek için Techne® TC-3000G (Bibby Scientific, Cambridge, İngiltere) model gradyan özellikli PZR cihazı kullanıldı. Isıl döngü şartları; ilk denatürasyon 1 döngü olarak 94°C de 3 dakika, akabinde 35 döngü 94°C de 1 dakika denatürasyon, Cyt *b* geni için 46°C, COI geni için 52°C, 16S geni için 59°C ve Dloop geni için 52°C de 1 dakika olmak üzere primer bağlanması, genin kopyalanması için 72°C de 1 dakika uzama işlemi ve son uzama işlemi için 1 döngü 72°C de 7 dakika olarak gerçekleştirildi. PZR ürünleri kalitesinin belirlenmesi amacıyla etidyum bromür ile boyandı ve % 1'lik TAE-Agaroz jelde yürütülerek bir UV transillüminatörde görüntülendi.

Tablo 2. Cyt *b*, 16S rRNA, COI genleri ve Dloop bölgesinin PZR artırımı ve dizin analizi için kullanılan primerler.

	Primerin Adı	Nükleotit Dizisi (5'-3')	Tm Değeri (°C)	Kaynak
Cyt <i>b</i>	SpaCytF2	AATYGCTAAYCAYGCAGTAG	51,5	Bu çalışma
	SpaCytR2	AYYGTCAGCCTARBACTTT	51,3	Bu çalışma
16SrRNA	Dpl16SF	GTATGGGCGACAGAAAAGG	53,4	Bu çalışma
	Dpl16SR	ACTGACCTGGATTACTCCGG	56,1	Bu çalışma
COI	COXIF	GGCACCCCTTTACCTAGTATTTGCGG	57,4	Bu çalışma
	COXIR	AGTTTGCTTGTACTGTACGA	57,6	Bu çalışma
	SpdCOIF	GTGGCAATCACACGCTGA	56,1	Bu çalışma
	SpdCOIR	CVAAGTGGATTTTAGTTCAGG	55,5	Bu çalışma
	SprdCRF1	YCTYCAAYACHTCYAARCAACG	53,5	Bu çalışma
D-loop	SprdCRF2	GTAARCCGRACGYCGGAGG	59,5	Bu çalışma
	SGDF	GCGCCGGTCTTGTAATCCGG	61,1	Bu çalışma
	R-Pro1	ACTCTACCCCTAGCTCCCAAAG	60,2	Ostellari vd., 1996
	SprdCRR	TGTGCCTGATACCRGCTCC	59,5	Bu çalışma

PZR ürünlerinin dizin analizleri BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Applied Biosystem) kullanılarak ABI PRISM 3730x1 Genetic Analyser (Applied Biosystem, USA) ile Macrogen Inc. (Amsterdam, Hollanda)'de gerçekleştirildi.

Veri Analizi: Mitokondri DNA üzerindeki Cyt *b*, 16S rRNA, COI geni ve Dloop bölgesi dizilerinin filogenetik analizlerde kullanılmak üzere uygun formata dönüştürmek için Bioedit versiyon 7.0.0 (Hall, 1999) programı kullanıldı. Sonrasında her bir örnek için birleştirilmiş veri seti, dört genin (Cytb+16S+COI+Dloop) uç uca eklenmesi ile elde edildi. Haplotiplerin sayısı, haplotip çeşitlilik ve nükleotit çeşitlilik değerleri DnaSP v5 (Librado & Rozas, 2009) programı yardımıyla belirlendi. Haplotipler arasındaki filogenetik ilişkiler, tür içi ve türler arası genetik mesafeler ve polimorfizm MEGA versiyon 4.0 (Tamura vd., 2007) programı yardımıyla hesaplandı. Genetik mesafelerin

hesaplanmasında Kimura 2-parameter (K2P) mesafe modeli kullanıldı.

Haplotipler arasındaki filogenetik ilişkiler, PAUP versiyon 4.0b10 (Swofford, 2003) programındaki komşu katılım (NJ: Neighbour-Joining), maksimum tutumluluk (MP: Maximum Parsimony), maksimum olasılık (ML: Maximum Likelihood) ve Bayesian çıkarım (BI: Bayesian Inference) metodları yardımıyla gerçekleştirilen filogenetik analizler ile inşaa edildi. ML ve BI analizleri için en uygun baz değişim modelleri, Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Bayesian Akaike Bilgi Kriter (BIC)'lerini kullanarak jModelTest 0.1.1 (Posada, 2008) programında belirlenmiştir.

Komşu katılım (NJ) analizi ile elde edilen filogenetik ağaçlar, Kimura 2-parameter (K2P) mesafe modeline göre 1000 tekrar seç-bağla testi ile oluşturuldu. ML analizi ile elde edilen filogenetik ağaçlar, HKY+I+G en uygun baz değişim modeline göre 1000 tekrar seç-bağla testi ile oluşturuldu.

MP analizi ile elde edilen filogenetik ağaçlar buluşsal metoda göre TBR (Tree-bisection-reconnection) yöntemi ve 100 tekrarlı seç-bağla testi ile oluşturuldu. Bayesian çıkarsama metodu ile elde edilen filogenetik ağaçlar ise, veri setine dayalı olarak seçilen en uygun baz değişim modeline (HKY+I+G) göre ön olasılıkların tahmini Markov chain Monte Carlo (MCMC) tekniği kullanılarak MrBayes versiyon 3.1.2 (Huelsenbeck & Ronquist, 2001) programında gerçekleştirildi. *Epinephelus stictus* (GenBank erişim numarası NC_021133), *Trachurus trachurus* (AB108498) ve *Morone saxatilis* (NC_014353) taksonları filogenetik analizlerde dış grup olarak kullanıldı.

BULGULAR

Dizi Özellikleri: Sparidae familyasına ait türlerden örneklenen 138 bireyin mitokondri DNA'sı üzerindeki üç gen bölgesi (16S rRNA + COI + Cyt b) ve kontrol bölgesi dizilenmiş ve nükleotid dizileri birleştirilerek birleştirilmiş veri seti oluşturulmuştur. Toplamda bu dört mtDNA bölgesi için 3562 bç uzunluğunda baz dizilimi çıkartılmıştır. Birleştirilmiş veri setinin (3562 bç) 2183 (% 60) nükleotid pozisyonunun korunmuş, 1309 (% 38)'unun polimorfik bilgi verici ve 1372 (%40)'sinin değişken olduğu belirlenmiştir. Birleştirilmiş veri setine dayalı olarak *D. sargus* h1 nükleotid

dizisi referans alınmak suretiyle tanımlanan toplam 1372 değişken nükleotid pozisyonu için transisyon/transversiyon (ts/tv) oranı 2.87 olarak gerçekleşmiştir. Birleştirilmiş veri setinin nükleotid dizi analizi 22 farklı Sparidae türü için toplamda 55 haplotipin varlığını ortaya koymuştur (Tablo 5). Türkiye sularında dağılım gösterdikleri hemen hemen tüm lokasyonlardan örneklenen Sparidae türlerinden *Pagellus bogaraveo*, *Dentex maroccanus*, *Dentex macropthalmus*, *Pagrus pagrus*, *Pagrus major*, *Dentex dentex* ve *Dentex gibbosus* sadece birer haplotip diğer türlerin ise en az iki haplotip ile temsil edildikleri belirlenmiştir (Tablo 5). Bunun yanısıra birleştirilmiş nükleotid veri setlerinin dizin analizi çalışılan Sparidae türlerinin her biri için özgün olan toplamda 90 adet nükleotid pozisyonunun varlığı tespit edilmiştir (Tablo 3). Sparidae familyasına ait türlerin ikili dizi ayırımına bakıldığında birleştirilmiş veri seti için % 7,8 ile % 20,6 arasında olmak üzere geniş bir değer aralığında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4). Türler arası genetik mesafenin en düşük *D. sargus* - *D. cervinus* arasında ve en yüksek ise *L. mormyrus* ve *P. auriga* arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Ayrıca birleştirilmiş veri setine ait diziler mukayese edildiğinde iki haplotip grubu arasındaki genetik mesafe 0,1821 olarak belirlenmiştir. Grup içi genetik varyasyon ise grup I için nispeten daha yüksek olup 0,1299, grup II için ise 0,1158 olarak belirlenmiştir (Şekil 1).

Tablo 3. Sparidae ailesine ait 22 türün birleştirilmiş veri setine dayalı olarak grup ayırımı gösteren polimorfik nükleotid pozisyonları. Noktalar, *D. sargus* nükleotid dizileri ile benzerliği göstermektedir.

	Polimorfik nükleotid pozisyonları			
	16S rRNA	COI	Cyt b	Dloop
		111111111111111111112222222233333333333333333333		
	111122222222222222222222222233333444455555555666667777999990003333345666844446666012222444444444038812345556677788899901128006911146667257880113333383457133487414497778999381777555999			
Türler	154015790578969468935808941464139101862380388453120456713278509317902610382568127014567057			
<i>D. sargus</i>	CTGAGCGCTGTTACTTTCGTTTCGCATAATTTACAGCATGTTAACCCTATGCTCTATAAAGTTTAACTGATGCTACTTTAAGCACTG			
<i>D. cervinus</i>	T.....A.....G.....T.....C.....GC.....TA.			
<i>O. melanura</i>	T.C.....A.....G.....T.....A.....C.....C.....C.....G.....T.....			
<i>D. puntazzo</i>	T.C.....A.....T.....T.....T.....C.....AT..ATGT..			
<i>D. vulgaris</i>	T.C.....T.....A.....G.....C.....AC..GC..T..AT..T..			
<i>D. annularis</i>	T.C.A.....T.....G.....T.....A.....A.....C.....C.....TCATGTA.			
<i>L. mormyrus</i>	T.C....T...CG.C..T...TAA.CG....T.AG..A...C.....C.....CC ...TCC...GC...C...C.TGTGA			
<i>S. aurata</i>	T.C....TC...CG.C..T...A...C...TGAA..A..A...T.CC.....T.....C.....TCG...TCTGT..			
<i>P. bogaraveo</i>	T.C....T.ACCGTC..TA.....C.....T.AA..A...C.....G.T.....G.TCAT.T..			
<i>P. acarne</i>	T.C....T...CGTC.CT.....C.....T.AA..A...G.....G.....CATCTGAAT			
<i>B. boops</i>	T.C....AT...CG.CCCTA.C..CTGCG...C.T.AAA.AA..CG..CCC..C..G...C...C...T...C.CC...TC..GTA.			
<i>S. salpa</i>	T.C....T...CG..CCTA.C.TCTGCG...C.T.AAA.AA..C.....A.C...CG.....A.C..CT...TC..TGT..			
<i>S. cantharus</i>	T.C....T...CG...TA.C..TT.CGG..C...AA..AA..C.....C...CGT.....TC..C.C...CATC-T.TA.			
<i>D. maroccanus</i>	ACCGATATCACCG..A...AACTTT.CGC.CC.AGAA.GAACCT.AGATAA..CTCGTCCTTACCATTTTCTTACATCTAGAAATCATTTA.			
<i>D. macropthalmus</i>	ACCGATATCACCGT.A...AAC.TT.CGC.CC.AGAA.GAACCCGAGATAA..CTCGTCCTTACCATTTTCTTACATCTAGAAATCAT.TA.			
<i>P. erythrinus</i>	GCC.ATATCAACGT.A...ACTTA.CGTACC.AGAG.GAACCT.AGATAATCTCTTCCTTAACATTTTCTTACATCCAGAAATCTTGAAT			
<i>P. pagrus</i>	ACCGATATCAGCGT.A...ACTTT.CGTACCAGAG.GAACCC.AAATAATCTCTTCCTTAACATTTTCTTACATCTAGAAATCTTGGAT			
<i>P. major</i>	ACCGATATCAACGT.A...AACTTT.CGTACCCTGAA.GAACCTGAGATAA..CTCTTCC.TACCATTT.CTCCATCTAGA.TCATGTAT			
<i>P. caeruleostictus</i>	ACCGATATCAGCGT.A...ACTTT.CGTACCAGAA.GAACCTGAGATAATCTCTTACCATC.TCTTACATCCAGG.TCATGAAT			
<i>D. dentex</i>	ACCGATATCAACGT.A...ACTTT.CGTAC.GAGAG.GAACCTGAGATAATCTCTTCCTTG.CATTTTCTTACATCTAGAAATCTTGAAT			
<i>D. gibbosus</i>	ACCGATATCAACGT.A...ACTTT.CGTACCAGAG.GAACCTGAGATAATCTCTTCCTTACCATTTTCTTACATCTAGAAATCTTGAAT			
<i>P. auriga</i>	ACC.ATATCACCGT.A...CACTTT.CGTACCAGAG.GAACCTGAGACGATCTC..CCTTACCATTT.CTACATCTAGAAATCTTGAAT			

Tablo 4. Birleştirilmiş veri setlerine dayalı olarak hesaplanan Sparidae türleri arasındaki genetik mesafe matrisi.

Pc	Pp	Pm	Pac	Pe	Pb	B	Lm	Om	Ss	Sa	Dd	Dg	Dm	Pa	Dma	Sc	Da	Dc	Dp	Dv	Ds
Pc																					
Pp	0.112																				
Pm	0.126	0.119																			
Pac	0.169	0.166	0.177																		
Pe	0.136	0.101	0.126	0.159																	
Pb	0.186	0.185	0.192	0.118	0.192																
B	0.185	0.187	0.194	0.163	0.187	0.157															
Lm	0.199	0.190	0.195	0.174	0.192	0.168	0.185														
Om	0.173	0.174	0.173	0.147	0.184	0.140	0.160	0.163													
Ss	0.186	0.184	0.186	0.165	0.183	0.158	0.139	0.175	0.161												
Sa	0.175	0.174	0.181	0.152	0.179	0.147	0.161	0.160	0.143	0.159											
Dd	0.118	0.121	0.130	0.172	0.133	0.192	0.194	0.202	0.185	0.188	0.192										
Dg	0.100	0.111	0.116	0.165	0.115	0.185	0.190	0.190	0.177	0.185	0.174	0.078									
Dm	0.138	0.131	0.135	0.169	0.145	0.176	0.188	0.185	0.171	0.178	0.166	0.148	0.126								
Pa	0.116	0.135	0.141	0.190	0.144	0.194	0.200	0.206	0.184	0.189	0.190	0.122	0.110	0.151							
Dma	0.148	0.139	0.148	0.175	0.146	0.176	0.185	0.189	0.179	0.189	0.179	0.154	0.141	0.107	0.164						
Sc	0.179	0.179	0.180	0.151	0.188	0.147	0.154	0.185	0.157	0.150	0.158	0.197	0.176	0.171	0.181	0.185					
Da	0.191	0.193	0.189	0.150	0.184	0.154	0.179	0.165	0.128	0.167	0.153	0.199	0.190	0.186	0.207	0.192	0.171				
Dc	0.176	0.182	0.175	0.143	0.185	0.144	0.164	0.167	0.105	0.160	0.142	0.178	0.168	0.178	0.191	0.182	0.147	0.131			
Dp	0.173	0.173	0.174	0.136	0.183	0.124	0.147	0.152	0.083	0.155	0.134	0.180	0.173	0.172	0.188	0.180	0.146	0.122	0.091		
Dv	0.169	0.169	0.170	0.140	0.174	0.134	0.159	0.164	0.104	0.159	0.138	0.177	0.174	0.166	0.189	0.176	0.149	0.119	0.107	0.082	
Ds	0.178	0.179	0.183	0.138	0.183	0.132	0.152	0.166	0.093	0.158	0.137	0.189	0.177	0.176	0.193	0.186	0.148	0.129	0.079	0.076	0.092

Pc: *Pagrus caeruleostictus*, Pp: *Pagrus pagrus*, Pm: *Pagrus major*, Pac: *Pagellus acarne*, Pe: *Pagellus erythrinus*, Pb: *Pagellus bogaraveo*, B: *Boops boops*, Lm: *Lithognathus mormyrus*, Om: *Oblada melanura*, Ss: *Sarpa salpa*, Sa: *Sparus aurata*, Dd: *Dentex dentex*, Dg: *Dentex gibbosus*, Dm: *Dentex maroccanus*, Pa: *Pagrus auriga*, Dma: *Dentex macrophthalmus*, Sc: *Spondyliosa cantharus*, Da: *Diplodus annularis*, Dc: *Diplodus cervinus*, Dp: *Diplodus puntazzo*, Dv: *Diplodus vulgaris*, Ds: *Diplodus sargus*.

Tablo 5. Birleştirilmiş veri setinin analizine dayalı olarak incelenen her bir türün örnek sayısı (N), haplotip sayısı (Nh), haplotip çeşitlilik (H) ve nükleotit çeşitlilik (π) değerleri.

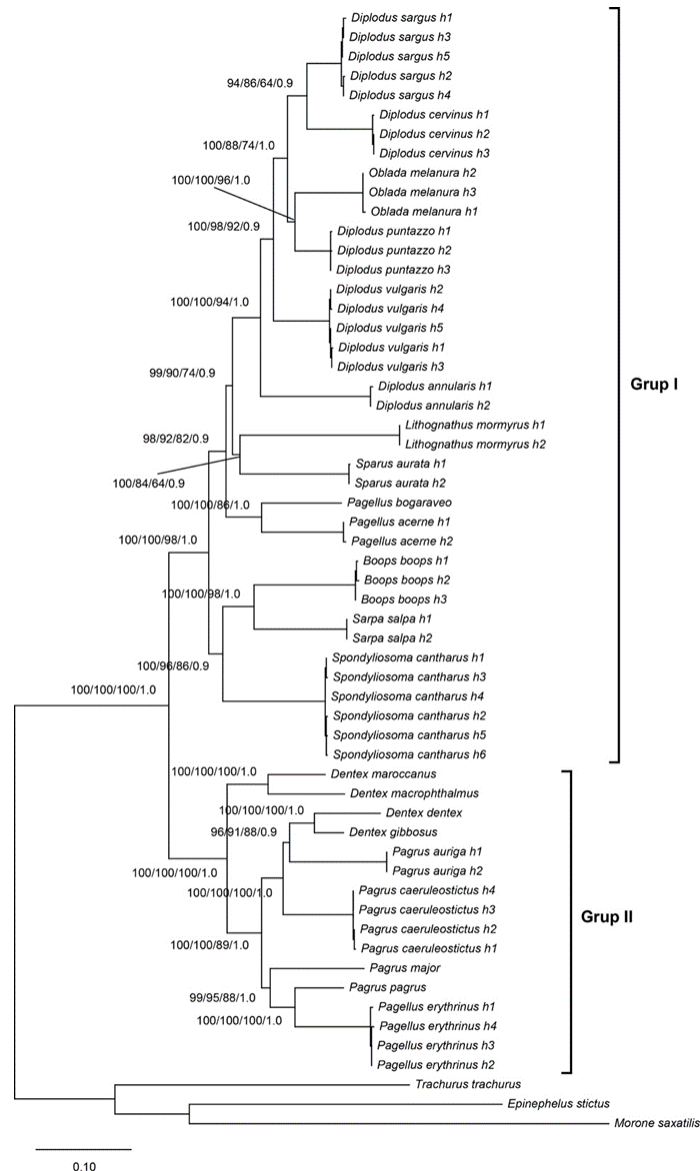
Tür Adı	16S rRNA				COI				Cyt b				D-loop				Birleştirilmiş veri seti				
	N	Nh	H	π	N	Nh	H	π	N	Nh	H	π	N	Nh	H	π	N	Nh	H	π	
Pc	9	2	0,50000	0,00050	2	0,22222	0,00245	0,00245	4	0,75000	0,00331	1	0,00000	0,00000	4	0,75000	0,00077				
Pp	3	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000				
Pm	2	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000				
Pac	6	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	2	0,33333	0,00263	1	0,00000	0,00000	2	0,33333	0,00086				
Pe	6	6	1,00000	0,00231	1	0,00000	0,00000	0,00000	2	0,33333	0,00292	2	0,60000	0,00956	4	0,80000	0,00233				
Pb	4	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000				
B	8	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	3	0,71429	0,01707	3	0,71429	0,00123				
Lm	7	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	2	0,57143	0,00683	2	0,57143	0,00049				
Om	6	2	0,60000	0,00060	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	2	0,53333	0,01700	3	0,80000	0,00106				
Ss	6	2	0,60000	0,00060	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	2	0,60000	0,00017				
Sa	8	2	0,57143	0,00057	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	2	0,57143	0,00911	2	0,57143	0,00049				
Dd	2	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000				
Dg	3	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000				
Dm	2	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000				
Pa	6	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	2	0,33333	0,00058	2	0,60000	0,00239	2	0,80000	0,00017				
Dma	6	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000				
Sc	8	3	0,60714	0,00067	1	0,00000	0,00000	0,00000	6	0,92857	0,00304	2	0,57143	0,00911	6	0,92857	0,00184				
Da	12	2	0,54545	0,00054	1	0,00000	0,00000	0,00000	2	0,54545	0,00239	1	0,00000	0,00000	2	0,54545	0,00094				
Dc	6	2	0,60000	0,00060	1	0,00000	0,00000	0,00000	2	0,53333	0,00187	2	0,60000	0,00239	3	0,80000	0,00091				
Dp	12	1	0,00000	0,00000	1	0,00000	0,00000	0,00000	3	0,72727	0,00127	2	0,54545	0,00217	3	0,66667	0,00058				
Dv	8	2	0,57143	0,00113	1	0,00000	0,00000	0,00000	2	0,57143	0,00050	3	0,75000	0,01494	5	0,85714	0,00167				
Ds	8	2	0,57143	0,00057	1	0,00000	0,00000	0,00000	2	0,57143	0,00150	3	0,75000	0,01793	5	0,85714	0,00219				
Toplam	138	37			23				39					36			55				

Pc: *Pagrus caeruleostictus*, Pp: *Pagrus pagrus*, Pm: *Pagrus major*, Pac: *Pagellus acarne*, Pe: *Pagellus erythrinus*, Pb: *Pagellus bogaraveo*, B: *Boops boops*, Lm: *Lithognathus mormyrus*, Om: *Oblada melanura*, Ss: *Sarpa salpa*, Sa: *Sparus aurata*, Dd: *Dentex dentex*, Dg: *Dentex gibbosus*, Dm: *Dentex maroccanus*, Pa: *Pagrus auriga*, Dma: *Dentex macrophthalmus*, Sc: *Spondyliosa cantharus*, Da: *Diplodus annularis*, Dc: *Diplodus cervinus*, Dp: *Diplodus puntazzo*, Dv: *Diplodus vulgaris*, Ds: *Diplodus sargus*.

Filogenetik İlişkiler: NJ, MP, ML ve Bayesian çıkarsama analizleri sonucu ortaya çıkan ağaç topolojileri hemen hemen birbirinin aynıdır ve yüksek seç-bağla değerleri (NJ: 64-100, MP: 84-100, ML: 94-100 BI: 0.9-1,0) ile hem türlerin familia içerisindeki pozisyonlarını hem de alt familia düzeyindeki gruplanmayı desteklemektedir. Oluşturulan tüm filogenetik ağaçlarda monofiletik Sparidae familyası yüksek güvenilirlik değerleri (NJ:100, MP:100, ML:100, UPGMA:100, BI:0,1) ile iki ana grup görülmektedir (Şekil 1). Birinci grup *Diplodus*, *Oblada*, *Pagellus*, *Sparus*, *Lithognathus*, *Sarpa*, *Boops* ve *Spondyliosoma* türlerinden, ikinci grup ise *Dentex*, *Pagrus* ve *Pagellus* türlerinden oluşmaktadır (Şekil 1).

Birinci grupta konumlanan Diplodinae alt familyasına ait *Diplodus* türleri Boopsinae'dan *O. melanura* ile birlikte monofiletik bir grup oluşturmaktadır. Sparinae alt familyasının ülkemizdeki tek temsilcisi olan *Sparus* genusu

birinci grup içerisinde Pagellinae alt familyası üyeleri olan *Pagellus* ve *Lithognathus* genusu arasına yerleşmiştir. Alt familia Boopsinae'nin *Oblada* hariç bütün üyeleri (*Boops*, *Oblada*, *Sarpa*, *Spondyliosoma*, *Diplodus*, *Oblada*, *Pagellus* ve *Sparus*) birinci grup içerisinde yerleşmiştir. Pagellinae alt familyası üyeleri (*L. mormyrus*, *P. bogaraveo*, *P. erythrinus* ve *Pagellus acarne*) bir tür hariç birinci grup altında yerleşmiş olması nedeniyle Sparidae familyası içerisinde polifiletiktir. Bu alt familyanın *Pagellus* genusuna ait *P. erythrinus* türü ikinci grup altında pozisyon almıştır diğer bir deyişle *Pagellus* genusu her iki grup içinde de temsil edilmektedir. Denticinae alt familyasından *Dentex* ve *Pagrus* alt familyasından *Pagrus* türleri ikinci grup içinde yerleşmiş olduğu görülmektedir. *Trachurus trachurus*, *Epinephelus stictus* ve *Morone saxatilis* filogenetik analizlerde dış grup olarak kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Sparidae türlerine ait mitokondri birleştirilmiş veri seti (16S rRNA+COI+Cytb +D-loop) için belirlenen toplam 55 adet haplotipin ML/MP/NJ/BI metotları yardımıyla oluşturulan filogenetik ağaç topolojisi.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Ekonomik değeri oldukça yüksek olan ve yetiştiriciliğine olan ilgi her geçen gün artan Sparidae familyası üyelerinin Türkiye denizleri için daha önce verilen bilgiler dahilinde dağılım alanlarından örnekleme gerçekleştirilmiştir. Örnekleme çalışmaları sonucu *D. annularis* ve *D. puntazzo* türlerinin tüm denizlerimizde dağılım gösterdiği belirlenirken bu türlerin dışında sadece *L. mormyrus* türü Karadeniz'den örneklenebilmiştir. Omnivor beslenme gösteren bu üç türün diğer sparid türlerinden farklı olarak Karadeniz'de de dağılım göstermeleri, beslenme tipine bağlı olarak yayılımcı eğilimleri ve tuzluluk gibi ekolojik parametrelere toleranslarına bağlanabilir. Ege Akdeniz dağılımına sahip *D. dentex*, *D. maroccanus*, *P. pagrus* ve *P. major* türleri dışındaki tüm türler Karadeniz hariç diğer denizlerimizde bulunmaktadır. Örnekleme aşamasında hedeflenen türlerin tespiti ve morfolojik olarak benzer olanların ayırımında vücut rengi ve meristik verilerden yararlanılmıştır. Bunun için örneklerin ağız pozisyonu, vücut rengi ve dorsal yüzgeçteki sert ışın varlığı ve sayısı gibi karakterlerin tür tayininde özellikle aynı genusa ait türlerin ayırımında kullanışlı olduğu saptanmıştır.

Su ürünleri kaynaklarının uygun bir şekilde yönetimi ve değerlendirilmesinin yapılabilmesi için taksonomik durumlarının, tür dağılımlarının, yaşam döngülerinin ve biyolojilerinin anlaşılmasının yanı sıra genetik özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Bu amaçla Türkiye denizlerinde yaşamlarını sürdüren Sparid familyasının filogenetik yapısının belirlenmesini amaçlayan bu çalışmada Sparidae familyasının 10 farklı genusuna ait 22 türün dağılım gösterdiği tüm lokasyonlar temsil edilecek şekilde toplam 138 adet örnek genetik olarak incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda 22 sparid türünün 16S rRNA geni itibarıyla 37, sitokrom oksidaz alt ünite I geni için 23, sitokrom *b* geni için 39 ve kontrol bölgesi için 36 haplotip belirlenmiştir. Birleştirilmiş veri seti üzerinden yapılan analiz sonucu 55 haplotipin varlığı ortaya konulmuştur (Tablo 5). Çalışma kapsamındaki sparid türlerinden *P. pagrus*, *P. major*, *P. bogaraveo*, *D. dentex*, *D. gibbosus*, *D. maroccanus* ve *D. macrophthalmus* örneklerinde haplotip yönünden bir çeşitlilik görülmemesi örnekleme boyutunun küçük oluşundan kaynaklanmaktadır.

Nükleotit dizilerini farklı metotlar kullanarak işlediğimiz mitokondri DNA bölgeleri mukayese edildiğinde sitokrom *b* geninden elde edilen haplotip sayısının diğerlerine oranla yüksek olması mitokondri genleri arasında en yüksek mutasyon biriktirme hızına sahip olmasıyla izah edilebilir. Diğer taraftan mitogenomik DNA üzerindeki mevcut bölgeler arasında en yüksek mutasyon hızına sahip ve mitokondriyal DNA'nın replikasyonundan sorumlu olan kontrol bölgesinin verdiği haplotip sayısının beklenenin aksine düşük olması analiz edilen kontrol bölgesi kısmı dizisinin oldukça kısa olmasından kaynaklanmaktadır.

Denizlerimizdeki sparid üyelerinin filogenisinin gerçekleştirilmesi amacıyla belirlenen tüm mitokondri DNA gen ve kontrol bölgesi nükleotid dizileri, komşu katılım, maksimum tutumluluk, maksimum olasılık ve bayesian çıkarsama metodu ile analizleri sonucu elde ettiğimiz filogenetik ağaç topolojileri birbirleriyle uyum göstermiştir. Diğer taraftan filogeni çıkarımları göstermiştir ki sparid familyası monofiletiktir yani tek bir atadan köken almaktadır ancak hiçbir filogenetik ağaçta monofiletik alt familya varlığına rastlanmamıştır. Sonuçlarımız son yıllarda yapılmış olan moleküler analizlerin sonuçlarıyla da (Hanel & Sturmbauer, 2000; Orrell vd., 2002; Orrell & Carpenter, 2004; Chiba vd., 2009) uyum göstermektedir.

Genel olarak diş yapısı, baş yapısı, yüzgeç ışın sayısı, iskelet yapısı ve vücut rengi gibi morfolojik karakterlere ve beslenme tiplerine dayalı olarak yapılan alt familya sınıflandırmaları sonucunda Sparidae familyası içerisinde 3 ila 6 alt familya yapılanması görülmüştür (Smith, 1938; Akazaki, 1962; Smith & Smith, 1986; Fiedler, 1991). Fakat mitogenomik DNA bölgelerinin her birinin yanı sıra birleştirilmiş veri setinin analizi sonucunda Sparidae familyası içinde 3 ila 6 arasında değişen bir gruplanmadan ziyade dikkate değer bir genetik mesafe (0,1821) gösteren iki belirgin haplogrup ortaya çıkmıştır. Smith, (1938), Akazaki, (1962) ve Smith ve Smith, (1986) tarafından önerilen alt familyaların hiçbiri elimizdeki veri setleri ile desteklenmemiştir. Ancak Orrell vd., (2002; 2004) ve Hanel ve Strumbauer, (2000)' çalışmalarında elde edilmiş olan bulguları destekler niteliktedir. Halbuki Kuzey Doğu Atlantik ve Akdeniz sparidlerinin 16S rDNA filogenisi daha önceden ileri sürülen alt familyaların açık bir şekilde geçerli olmadığını göstermiştir. Sitokrom *b* geni yoluyla elde edilen herbir grup içinde bu ayırım için mevcut kriterleri yansıtan belirgin bir model görülmemiştir. Orrell ve Carpanter, (2004) 486 bç'lik 16S rDNA kısmi dizisini analiz ederek genus ve alt familya düzeyinde ilişkilerini izah etmek için tanımladıkları 24 mercan türünün Sparidae içinde benzer baş özelliklerinin çoklu bağımsız orjinlerine sahip olduklarını ve hâlihazırda farklı beslenme stratejileri ve diş yapısına göre belirlenmiş olan 3 veya 4 alt familyanın yeniden tanımlanmaya ihtiyacı olduğunu göstermiştir. Çalışılan genusların çoğunun, dişlerinin düzeni ve yapısının daha az özelleşmiş atasal durumdan tekrar tekrar evrilmiş olması gerektiğini gösteren şekilde parafiletik olarak çözümlenmiştir.

Sparidae familyasının I. ana grubu Boopsinae (kesici ön dişli herbivorlar), Sparinae, Pagellinae ve Diplodinae gruplarının tüm üyelerini içerdiği halde bu grubun üyelerini birleştiren ne diş morfolojik karakter ne de ortak bir beslenme tipi (herbivor, karnivor ve omnivor) vardır. Aynı zamanda bu balık türlerini birleştiren coğrafik benzerlik için bir delil de bulunmamaktadır. Bu veriler, beslenme tiplerinin Sparidae içinde birden çok kez evrildiğini işaret etmektedir. Çalışılan tüm gen bölgelerine göre Sparidae familyası monofiletiktir. Ancak bu verilerden elde edilen filogenetik

ağaçlardan hiçbiri daha önce belirlenen Sparidae içindeki alt familya ayrımını desteklemez (Şekil 1). Yani bugün mevcut olan alt familyalar genetik verilerden elde edilen yapılanmayı izah etmek için yetersizdir. Sparidae familyası içindeki iki gruplu alt familya yapısını destekleyecek ve bu gruplar içinde tutarlı olacak bütünleşik karakterlerin varlığı araştırılmalıdır.

Dahası *Sparus* genusu farklı mitokondriyal soydan köken aldığı için *Pagrus* genusuna uzak ilişkili olarak çözümlenmiştir. *O. melanura* tüm filogenetik ağaç topolojilerinde hem filogenetik pozisyon (Şekil 1) hem de genetik mesafe olarak (0,083) (Tablo 4) *D. puntazzo*'ya kardeş tür olarak *Diplodus* grubu içinde yer almaktadır. Diğer taraftan *P. bogaraveo* ve *P. acerne* türleri I. ana grupta yer alırken *P. erythrinus*'un II. grupta *Dentex* ve *Pagrus* türleri ile konumlanması *Pagellus* genusunun parafiletik olduğunu göstermektedir.

Chiba vd., (2009) çalışmalarında tanımladıkları sparid alt familyaları Tetis denizinde farklılaşmaya başlamış olabileceğini ve bu tahmine göre sparidlerin yüksek evrimsel uyumlulukları sayesinde çeşitli besinsel ve çevresel şartların avantajlarını kullanmak için uyumsal bir yayılma geçirmiş olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Gerçekten de bazı sparidler atalarında olmadığı halde bağımsız olarak geçirdikleri tekrarlı değişimlerle kabukluları ve zırlı yumuşakçalarla beslenmek için azı dişine benzer dişler geliştirmişlerdir (Akazaki, 1962). Bu nedenle farklılaşmış ve dünyaya dağılmış olan sparid türleri çakışan evrimden dolayı uzak gruplar arasında benzer uyumsal karakterler taşımaktadır. Bu durum morfolojik karakterlere dayalı filogenetik çalışmaların kafa karıştırmasına ve doğru olmayan hipotezler oluşturulmasına sebep olmaktadır.

Sonuç olarak, aşırı avlanan ekonomik balık türlerinin baskı altındaki populasyonlarının kabul edilebilir sınırların ötesinde sömürülmesi nedeniyle avcılığın kontrol altında tutulması ve özellikle sparid türleri gibi ekonomik değeri yüksek ve tercih edilen su ürünlerinin yetiştiriciliğe kazandırılmasını hedefleyen çalışmaların sayısının artması gerekmektedir. Bununla birlikte Türkiye karasularındaki sparid türlerine ait doğal stoklarının belirlenmesi ve populasyonlarının genetik yapısının daha iyi anlaşılabilmesi dolayısıyla balıkçılığın daha iyi yönetilebilmesi amacıyla daha fazla bilgi elde edilmelidir. Diğer taraftan yeryüzünde dağılım gösteren tüm sparid türlerini içeren daha ileri moleküler ve taksonomik çalışmalar türlerin ayrılma zamanlarının tahminine ve karmaşık evrimsel özelliklerinin ortaya konulmasına imkan verecektir.

KAYNAKLAR

Akazaki, M. (1962). *Studies on the perciform fishes anatomy, phylogeny, ecology, and taxonomy.* Osaka Japan, 8 Kosugi Co. Ltd., 368 s.

Armani, A., Guardone, L., Castigliano, L., D'Amico, P., Messina, A., Malandra, R., Gianfaldoni, D. &

Guidi, A. (2015). DNA and Mini-DNA barcoding for the identification of Porgies species (family Sparidae) of commercial interest on the international market. *Food Control*, **50**, 589-596.

Bauchot, M.L. & Hureau, J.C. (1986). *Sparidae. 883-907p.* P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (ed), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, UNESCO, ISBN: 9230022152, 1473 s.

Bektaş, Y., Aksu, İ. & Kalaycı, G. (2016). Türkiye'deki İsparoz (*Diplodus annularis* Linnaeus, 1758) Populasyonlarının mtDNA Cyt *b* Genine Dayalı Genetik Analizi. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, **1**(2), 37-43.

Cawthorn, D.M., Steinman, H.A. & Witthuhn, R.C. (2012). Evaluation of the 16S and 12S rRNA genes as universal markers for the identification of commercial fish species in South Africa. *Gene*, **491**, 40-48. Doi: 10.1016/j.gene.2011.09.009.

Chiba, S.N., Iwatsuki, Y., Yoshino, T. & Hanzawa, N. (2009). Comprehensive phylogeny of the family Sparidae (Perciformes: Teleostei) inferred from mitochondrial gene analyses. *Genes and Genetic Systems*, **84**(2), 153-170. Doi: 10.1266/ggs.84.153.

Day, J.J. (2002). Phylogenetic relationships of the Sparidae (Teleostei: Percoidae) and implications for convergent trophic evolution. *Biological Journal of the Linnean Society*, **76**, 269-301.

De La Herran, R., Ruiz Rejon, C., Ruiz Rejon, M. & Garrido-Ramos, M. (2001). The Molecular Phylogeny of the Sparidae (Pisces, Perciformes) based on two satellite dna families. *Heredity*, **87** (6), 691-697. Doi: 10.1046/j.1365-2540.2001.00967.x.

Duftner, N., Sefc, K.M., Koblmüller, S., Salzburger, W. & Taborsky, M. (2007). Parallel evolution of facial stripe patterns in the *Neolamprologus brichardipulcher* species complex endemic to Lake Tanganyika. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **45**, 706-715.

Fiedler, K. (1991). *Familie Sparidae.* In: Starck D (ed) *Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Teil 2: Fische.* Gustav Fischer Verlag, Jena, 354-355.

Golani, D., Öztürk, B., Başusta, N. & Darom, D. (2006). *Sparidae.* 160-167p. D. Golani (ed), Fishes of the Eastern Mediterranean, Graphis matbaa., ISBN: 9789758825127, 260 s.

Hall, T.A. (1999). Bioedit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium*, **41**, 95-98.

Hanel, R. & Sturmbauer, C. (2000). Multiple recurrent evolution of trophic types in Northeastern Atlantic and Mediterranean Seabreams (Sparidae, Percoidae). *Journal of Molecular Evolution*, **50**, 276-283. Doi: 10.1007/s002399910032.

- Huelsenbeck, J.P. & Ronquist, F. (2001).** MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics Applications Note*, **19**(12), 1572-1574. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg180>.
- Iwatsuki, Y., Newman, S.J. & Russell, B.C. (2015).** *Dentex carpenteri*, a new species of deepwater seabream from Western Australia (Pisces: Sparidae). *Zootaxa*, **3957**(1), 109-119. Doi: 10.11646/zootaxa.3957.1.9.
- Kalendar, R., Lee, D. & Schulman, A.H. (2009).** FastPCR software for PCR primer and probe design and repeat search. *Genes, Genomes and Genomics*, **3**(1), 1-14.
- Librado, P. & Rozas, J., (2009).** DnaSP v5. A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*, **25**, 1451-1452. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btp187>.
- Nelson, J.S. (2006).** *Perciformes. 339-440p.* J.S. Nelson (ed), Fishes of the World, John Wiley and Sons Inc., ISBN: 978-0-471-25031-9, 539 s.
- Orrell, T.M. & Carpenter, K.E. (2004).** A phylogeny of the fish family Sparidae (porgies) inferred from mitochondrial sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **32**, 425-434. Doi: 10.1016/j.ympev.2004.01.012.
- Orrell, T.M., Carpenter, K.E., Musick, J.A. & Graves, J.E. (2002).** A phylogenetic and biogeographic analysis of the Sparidae (Perciformes: Percoidae) based on cytochrome *b* sequences. *Copeia*, **3**, 618-631. Doi: 10.1643/00458511(2002)-002[0618].
- Ostellari, L., Bargelloni, L., Penzo, E., Patarnello, P. & Patarnello, T. (1996).** Optimization of single-strand conformation polymorphism and sequence analysis of the mitochondrial control region in *Pagellus bogaraveo* (Sparidae, Teleostei): rationalized tools in Wsh population biology. *Animal Genetics*, **27**, 423-427.
- Posada, D. (2008).** jModelTest: Phylogenetic Model Averaging. *Molecular Biology and Evolution*, **25**(7), 1253-1256.
- Smith, J.L.B. & Smith, M.M. (1986).** *Family No. 183: Sparidae.* 580-594p. M.M. Smith and P.C. Heemstra (Ed), Smith's Sea Fishes, Springer, 1050 s.
- Smith, J.L.B. (1938).** The South African fishes of the families Sparidae and Denticidae. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, **26**, 225-305.
- Summerer, M., Hanel, R. & Sturmbauer, C. (2001).** Mitochondrial phylogeny and biogeographic affinities of sea bream of the genus *Diplodus* (Sparidae). *Journal of Fish Biology*, **59**, 1639-1652. Doi: 10.1080/17451000.2010.499438.
- Swofford, D.L. (2003).** *PAUP. Phylogenetic analysis using parsimony.* version 4. sinauer associates. Sunderland, Massachusetts.
- Tamura, K., Dudley, J., Nei, M. & Kumar, S. (2007).** MEGA4: Molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution*, **24**, 1596-1599. Doi: 10.1093/molbev/msm092.
- Viret, A., Tsaparis D., Tsigenopoulos, C.S., Berrebi, P., Sabatini, A., Arculeo, M., Fassatoui, C., Magoulas, A., Marengo, M., Morales-Nin, B., Caill-Milly, N. & Durieux, E.D.H. (2018).** Absence of spatial genetic structure in common *Dentex* (*Dentex dentex* Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea as evidenced by nuclear and mitochondrial molecular markers. *PLoS ONE*, **13**(9), 1-21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203866>.
- Westneat, M.W., Alfaro, M.E., Wainwright, P.C., Bellwood, D.R., Grubich, J.R., Fessler, J.R., Clements, K.D. & Smith, L.L. (2005).** Local phylogenetic divergence and global evolutionary convergence of skull function in reef fishes of the family Labridae. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **272**, 993-1000.

***Corresponding author's:**

İsmail AKSU

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

✉E-mail: ismailaksu3422@gmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-2104-9888>

GSM : +90 (537) 742 08 00

Telefon : +90 (464) 223 33 85

Faks : +90 (464) 223 41 18

Akarsularda Farklı Kaya Parçaları Düzeneklerinde Oksijen Transferinin DeneySEL Olarak İncelenmesi

Serhat KÜÇÜKALİ^{1*} Şevket ÇOKGÖR²

¹Hacettepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06800, Ankara.

*<https://orcid.org/0000-0002-5867-3270>

²İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul.

<https://orcid.org/0000-0002-6698-7456>

Received date: 25.10.2019

Accepted date: 11.12.2019

Atf yapmak için: Küçükali, S. & Çokgör, Ş. (2019). Akarsularda Farklı Kaya Parçaları Düzeneklerinde Oksijen Transferinin DeneySEL Olarak İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 500-505.

How to cite: Küçükali, S. & Çokgör, Ş. (2019). An Experimental Investigation of Oxygen Tranfer in Different Boulder Arrangements. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 500-505.

Öz: Sudaki çözünmüş oksijen (DO), akarsularda suyun kalitesi açısından bakılan en önemli parametrelerden biridir. Sudaki çözünmüş oksijenin akım genelinde veya yersel olarak artışı akarsu habitatu açısından çok önemlidir. Özellikle sanayileşme ve nüfus artışıyla birlikte birçok akarsudaki kirlenme ve katı madde oranı artmıştır. Bu artış serbest yüzeyden suyun derinliğine doğru aktarılan oksijenin miktarının azalmasına yol açmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda akarsulardaki DO miktarının artırılması için birçok yapısal çözüm denenmiştir. Bu su yapıları, akarsulardaki çözünmüş oksijen miktarını arttırmalarına rağmen, balık dostu oldukları söylenemez. Bu yapılar akarsulardaki akımın ikiye bölünmesi veya membayla mansap arasındaki ilişkinin kesilmesi gibi ekolojik sorunlara yol açmaktadırlar. Akarsulardaki DO miktarının artırılması için ekolojik hayatı olumsuz yönde etkilemeden, doğada mevcut bazı düzenekler vardır. Bunlar akarsu içinde yer alan büyük taş parçalarıdır. Bu taş parçaları akım rejiminde önemli etkilere yol açmakta, oksijen transferi için gerekli olan hidrolik sıçrama, çevrinti ve ters akımların oluşması gibi hidrolik koşulları ortaya çıkarmaktadırlar. Bu çalışmada, DO değerleri değişik kaya parçası düzeneklerinin memba ve mansabında ve çevrelerinde yersel olarak ölçülmüştür. Deneyler 0.5 m genişliğinde, 0.45 m yüksekliğinde ve 18 m uzunluğundaki tabanı yatay olan açık kanalda yapılmıştır. Deneyler dört farklı su derinliğinde ve iki farklı kaya parçası düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kaya parçası düzenekleri çevresinde elde edilen DO dağılımları eş oksijen eğrileriyle gösterilmiştir. Bu ölçümler, kaya parçaları çevresinde daha zengin oksijen bulunan olası bölgeleri göstermiştir.

Anahtar sözcükler: .Kaya parçaları, oksijen transferi, türbülans.

An Experimental Investigation of Oxygen Transfer in Different Boulder Arrangements

Abstract: Dissolved oxygen (DO) is one of the most important parameter in streams for environmental issues. Improving the dissolved oxygen in the streams locally or align of the stream is very important for habitat. Especially, after the watersheds get urbanized fine sediment ratio in the most of the streams has been increased. This causes a decrease on the penetration of the oxygen that comes form free surface towards to bottom. In the literature, there were many structural solutions such as weirs to be applied for increasing DO in the stream. Although, they improve the DO values in the streams, they are not fish friendly structures and sometimes causes some another ecological problems such as split out river into two different part and cut the relation between down and upstream. There is more "friendly" and "natural" solution that they could be applied than structural solution mostly based on the natural arrangements in the streams for increasing the DO values locally and align the streams such as replacing boulders in the stream. In the present study, DO values were measured upstream and downstream of the stream under the various flow conditions and efficiency of the system was evaluated for different flow depth and various boulder configurations. Besides that, DO measurements were also conducted around the boulders systemically for determining local DO distribution in measurement section. These measurements clearly indicated possible habitat grown area that had "richer" oxygen around the boulders.

Keywords: Boulders, oxygen transfer, turbulence.

GİRİŞ

Günümüzde nüfusun ve sanayileşmenin hızlı artışına bağlı olarak doğal kaynaklar hızla tükenmekte ve çevre kirliliği her geçen gün giderek artmaktadır. Bu olumsuz gelişmeler canlı hayatı için vazgeçilmez olan sulak alanların azalmasına ve kirlenmesine yol açmaktadır. İnsan ve çevre sağlığı açısından suyun kalitesini belirlemeye yarayan en önemli parametrelerden biri su içindeki çözülmüş oksijen konsantrasyonudur (ÇO). Bir sulak alanda gerçekleşen birçok kimyasal, biyolojik ve fiziksel olaylarda sudaki oksijen kullanılmakta ve bu yüzden sudaki oksijen miktarı azalmaktadır. Havadaki oksijenin transferi veya emilmesi, bu kullanılan oksijenin tekrar sağlanması açısından çok önemlidir. Sudaki canlı hayatın devamı için ÇO miktarının 5 mg/L'den büyük olması gerekmektedir. Artüz (2002) Marmara ve boğazlardaki ekolojik değişimini inceleyen çalışmada, ÇO miktarının 5 mg/L altına düştüğü 22 metrenin aşağısındaki bölgelerde canlı hayatına rastlanmadığını göstermiştir. Bir açık kanaldaki akım ortamında oluşan birtakım fiziksel değişimlerin sonucunda, havadan suya hava girişi gerçekleşir. Suyu hava girişini sağlayan bu fiziksel değişimler şu şekilde özetlenebilir (Wood, 1991): (i) hidrolik gelişmelere bağlı olarak su seviyesinin alçalıp yükselmesi, (ii) galeri giriş ve çıkışlarında su akımının hava akımını içine çekmesi, (iii) su akım hızının yüksek değerlere ulaşp düşey yöndeki türbülans çalkantı miktarının büyümesi, (iv) durgun bir suya hareketli bir suyun giriş yapması sonucunda oluşana su jeti, (v) sel rejiminden nehir rejimine geçiş sırasında oluşan hidrolik sıçrama.

Bu fiziksel değişimlerin yanında, su sıcaklığının ve su üzerindeki hava basıncının değişmesi ÇO miktarında önemli değişimlere yol açar. Suyu hava girişine izin veren yukarıda özetlenmiş olan fiziksel değişimler, akım ortamında; çalkantı ve dalgaların oluşmasına, hava girişinin gerçekleştiği yüzeyin (interface) büyümesine, suya hava kabarcıklarının girmesine, ayrı ayrı olarak veya hepsine birden olanak sağlarlar. Literatürde birçok araştırmacı hava-su transferini inceleyen çalışmalar yapmışlardır. Thandaveswara (1974) hidrolik sıçramada meydana gelen hava girişiyle ilgili en kapsamlı çalışmalardan birini yapmıştır. Hidrolik sıçramadaki hava-su akım alanını; türbülans kayma bölgesi, kaynama bölgesi ve köpük emisyon bölgesi olarak üç bölgeye ayırmış ve hava girişinin hava kabarcık girişiyle gerçekleştiği sonucuna varmıştır. Yalnız, yapılmış bu çalışmada hava konsantrasyonu ve kabarcık boyutu ölçümü eş zamanlı olarak yapılmamış ve hava-su girişim alanı içinde hiçbir bilgi verilmemiştir. Van de Donk (1981) çalışmada düşey dairesel su jetinde oluşan hava konsantrasyon dağılımını araştırmıştır. Van de Donk (1981) su jetinin, durgun suya dalış yönündeki mesafesinin artmasıyla sudaki hava konsantrasyonunun azaldığını belirtmiştir. Butcher ve Covington (1995) Santa Margarita Akarsuyun'daki ÇO miktarının sıcaklıkla olan değişimini

incelemişlerdir. Yaptıkları ölçümlerle su sıcaklığıyla ÇO konsantrasyonu arasındaki ters orantıyı göstermişlerdir. Su sıcaklığı ÇO miktarının değişiminde en önemli parametrelerden bir tanesidir ve bu konuda geliştirilen amprik formüllerde genelde referans sıcaklığı 20°C alınmıştır.

Bir hidrolik yapıdaki oksijen transfer verimini tahmin edebilmek için araştırmacılar tarafından yapılmış birçok model deneylerin sonucunda amprik formüller geliştirilmiştir. Avery ve Novak (1978) geliştirdikleri amprik formülde, hidrolik mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan

Froude ($q_w/\sqrt{g \cdot d_1^3}$) ve Reynolds (q_w/ν) gibi boyutsuz katsayılarının artmasıyla oksijen transfer veriminin arttığı sonucuna ulaşmışlardır. Boyutsuz katsayılarıdaki; q_w , birim genişlikteki debi, d_1 , hidrolik sıçramadan önceki su yüksekliği, g , yerçekimi ivmesi ve ν ise suyun kinematik viskozitesidir. Literatürde dolu savaklar, savaklar, enerji kırıcılar, galeriler gibi farklı hidrolik yapılar için geliştirilmiş birçok amprik formül bulunmaktadır. Gulliver v.d (1998) hidrolik yapılarıdaki muhtemel hava giriş yerlerini göstermişlerdir. Çalışmalarında hidrolik yapılarda suya hava girişi için gerekli hidrolik koşulların sağlandığı bölgelerde hava girişi gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Chanson (1994) basamaklı yapılar üzerindeki hava-su transferini inceleyen çalışmalarında; basamaklar üzerindeki hava-su transferinin basamaklar üzerindeki akımın rejimiyle değiştiğinin, basamaklı dolu savağın düz bir dolu savağa göre oksijen transferi yönünden daha verimli olduğunu göstermiştir.

Yapılan bu çalışmada bir açık kanal içersine farklı düzenekte küpler yerleştirilerek akım koşulları değiştirilmiştir ve akım ortamına küplerin yerleştirilmesiyle akım alanında dalgalanmalar, çalkantılar ve hidrolik sıçrama oluşturulmuştur. Akım koşullarındaki bu değişimin sudaki oksijen transferine nasıl bir etkisi olduğu küpler çevresinde yapılan ÇO ölçümleriyle araştırılmıştır. Ayrıca deneylerde dört farklı su derinliğinde çalışılmış ve su derinliği değişiminden oksijen transfer veriminin nasıl etkilendiği analiz edilmiştir.

HAVA-SU GAZ TRANSFERİ

Bir kimyasal maddenin girişim normal boyunca x doğrultusundaki kütle transfer oranı Fick kanunuyla hesaplanır (Streeter ve Wylie, 1981). Fick kanununa göre, madde taşınımı konsantrasyonun büyük olan konumdan küçük olan konuma doğrudur. Bu ifade;

$$\frac{d}{dt} \underline{M}_{\text{gaz}} \propto \underline{D}_{\text{gaz}} \left(\frac{d}{dx} \underline{C}_{\text{gaz}} \right) \quad (1)$$

Burada; M_{gaz} , gazın kütlesi, D_{gaz} , moleküler difüzyon katsayısı, C_{gaz} , sıvı içindeki çözülmüş kimyasal madde konsantrasyonudur. Bu ifade sudaki çözülmüş kimyasal bir madde için yazılacak olursa;

$$\frac{d}{dt} M_{\text{gaz}} = K_M \cdot A \left(\frac{P_{\text{gaz}}}{H_{\text{gaz}}} - C_{\text{gaz}} \right) \quad (2)$$

Burada; K_M , kütle transfer katsayısı, A , gaz-sıvı girişim alanı, P_{gaz} , gazın havadaki kısmi basıncı, H_{gaz} , Henry katsayısıdır. Henry kanuna göre sabit sıcaklıkta herhangi bir gazın çözüneceği sıvıdaki hacminin ağırlığı, gazın sıvı üzerindeki basıncıyla doğru orantılıdır:

H_{gaz} , sıcaklığın, tuzluluğun, su yüzü şeklinin bir fonksiyonudur. H_{gaz} basınç değişimlerinde sabit kalmaz. 2 ifadesi hava gaz karışımının toplam hacmine bölünecek olursa ifade;

$$\frac{d}{dt} C_{\text{gaz}} = K_L \cdot a (C_S - C_{\text{gaz}}) \quad (3)$$

şeklini alır. Burada; a , oksijen transferinin gerçekleştiği yüzey alanının hacme olan oranıdır, K_L , sıvı kütle transfer katsayısıdır ve yaklaşık olarak K_M 'ye eşit olarak alınabilir ($K_M \cong K_L$) (Chanson 1995). Kuvvetli türbülans karışımlarında K_L katsayısının değeri büyümektedir. Ayrıca büyük miktarda hava kabarcığının girişi, toplam kabarcık yüzey alanına bağlı olarak hava-su giriş alanında artışa neden olmaktadır. K_L ve a terimleri zamanla değişir ve hesaplanması oldukça zordur. C_S ifadesinin zamanla değişmediği kabulü yapıp 3 ifadesi bir açık kanaldaki hidrolik yapıdaki kontrol hacminde, membayla mansap arasında integre edilecek olursa (Gulliver v.d 1998) ;

$$r = \frac{C_S - C_U}{C_S - C_D} = \exp \left[\int_{\text{mamba}}^{\text{mansap}} K_L a \cdot dt \right] \quad (4)$$

ifadesi elde edilir. İfade de; r , oksijen kazanım katsayısı, C_D , mansap bölgesindeki oksijen konsantrasyonu, C_U , memba bölgesindeki oksijen konsantrasyonu, C_S , havadaki oksijen konsantrasyonudur. DO değişimini ölçmeye yarayan diğer bir katsayı E 'dir.

$$E = \frac{C_D - C_U}{C_S - C_U} = 1 - \frac{1}{r} \quad (5)$$

Eğer ; $E=0$ ise oksijen kazanımı gerçekleşmemiş, $E=1$ ise oksijen kazanımı en büyük değerine ulaşmıştır. Oksijen transfer verim katsayısı (E) su sıcaklığı değişiminden

etkilenir. Hidrolik yapılarda en çok kullanılan sıcaklık düzeltme faktörlerinden biri Gamerson v.d (1958) geliştirdikleri formüldür. Bu ifade;

$$1 - E_i = (1 - E_T)^{1/f} \quad (6)$$

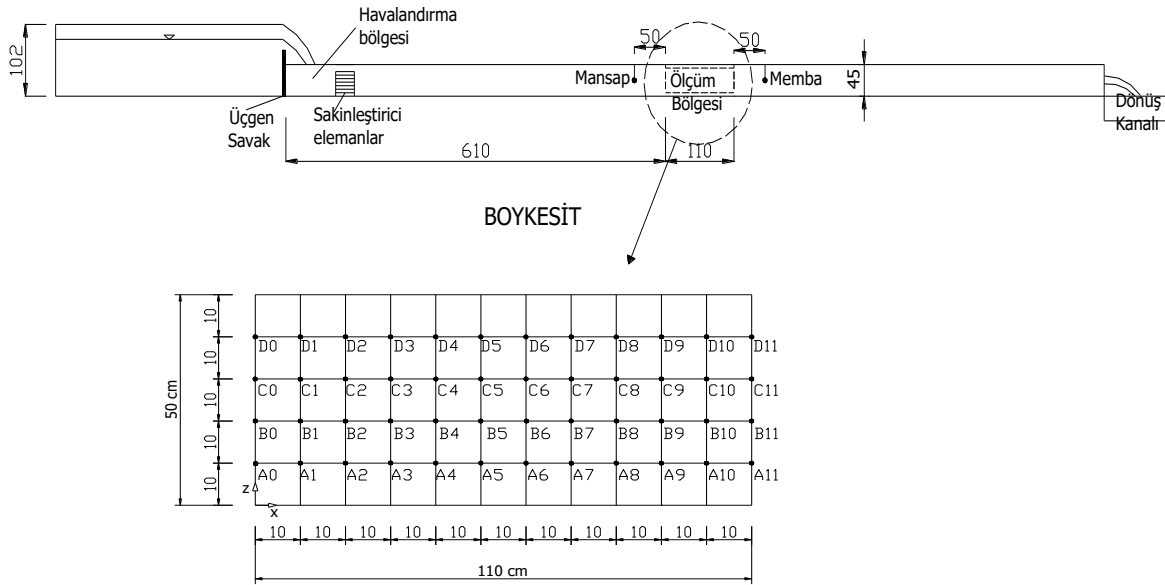
İfadede, E_T ölçüm yapılan sıcaklıktaki, E_i istenilen sıcaklıktaki oksijen transfer verim katsayısıdır. f ise sıcaklık değişimini gösteren çeşitli değişkenlerin etkisinin dikkate alınmasıyla hesaplanan bir katsayıdır.

MATERYAL VE METOT

Açık kanallarda oksijen transferini incelemek için laboratuarda deneyler yapılmıştır. İ.T.Ü Hidrolik Laboratuvarı'nda yapılan bu deneylerde bir açık kanaldaki su akımı içine yerleştirilen değişik boyutlardaki küplerin etrafında oksijen konsantrasyonu, hız dağılımı ve su yüzü ölçümleri yapılmıştır. Deneylerde ölçüm ortamına yerleştirilmiş küplerin yarattığı değişik sınır koşullarında, su derinliğinin etkisi ile oluşan değişik akım şartlarında, küplerin memba ve mansabında oksijen miktarındaki değişim ve küplerin etrafındaki dağılım belirlenmiştir.

Deneyler Şekil 1.a'da görülen 12.35 m uzunluğundaki kanalda yapılmıştır. Kanalin genişliği 50 cm, yüksekliği 45 cm ve tabanı yataydır. Kanalin yan cidarları camdan yapılmıştır. Kanalda farklı su derinliklerinde düşey hız dağılımı profillerini elde etmek için bir adet mikro muline kullanılmıştır. Her bir seri için elde edilen düşey hız dağılımlarından suyun ortalama hızı (U_{ort}) elde edilmiştir. Akımın debisi, kanalın başında yer alan üçgen savakta yapılan ölçümlerle hesaplanmıştır. Kanalda oksijen ölçümleri için WTW OXI 539 oksijen metre aleti kullanılmıştır ve oksijen ölçüm bölgesi açık kanaldaki üçgen savağın 610 cm mansap tarafındadır. Ayrıca suyun ve havanın sıcaklık ölçümleri oksijenmetre aletiyle yapılmıştır. Yersel oksijen ölçümü için 44 noktadan oluşan bir ağ oluşturulmuştur (Şekil 1.b). Taş düzenekleri ağın başlangıç noktasından 10 cm mansaba kanalın yan cidarlarına bitişik halde yerleştirilmiştir. Ölçüm bölgesinin başlangıcının 50 cm memba tarafına kanalın orta noktasında ve su derinliğinin yarısında C_U , ölçüm bölgesinin bitişinin 50 cm mansap tarafında kanalın orta noktasında C_D ölçümleri yapılmıştır. C_S ölçümleri ise suyun dışında havada yapılmıştır.

Deneylerde 5, 10, 15 ve 20 cm olmak üzere dört farklı su derinliğinde çalışılmıştır. Yalnız küçük küpün olduğu 15 ve 20 cm su derinliklerindeki düzeneklerde, küçük küp akım alanında sabit kalmadığı için ÇO ölçümleri yapılmamıştır. Deneylerde ÇO ölçümleri kanal tabanının 2 cm yukarısında yapılmıştır. Akım koşulları ve deney sonuçları Tablo.1'de verilmiştir. Tablo.1'de verilen E_{mak} ve r_{mak} , C_D yerine o seride ölçülen en yüksek ÇO miktarının alınmasıyla hesaplanmıştır.



Şekil 1. Deney kanalı ve oluşturulmuş ölçüm ağı.

BULGULAR

Yapılan deneylerde akım ortamında oluşturulmuş fiziksel değişimlerle, yersel olarak oksijen kazanımı ve akım genelinde oksijen kazanmış bölgelerin oluşturulması hedeflenmektedir. Deneylerde gerçek kaya parçalarını benzeştirmek için 15 ve 6 cm olmak üzere beton bloklarla yapılmış iki farklı boyutta küp kullanılmıştır. Tablo 1

incelendiğinde 20 cm'e yakın su derinliklerinin olduğu düzeneklerde oksijen transferinin gerçekleşmediği görülmektedir. Bu durum, 20 cm su derinliğinde küplerin akım şartlarında önemli bir değişme yol açmaması olarak açıklanabilir. 10 cm akım derinliğindeki düzeneklerde oluşan ÇO dağılımları Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir.

Tablo 1. Deneylerdeki akım koşulları ve deney sonuçları.

Seri no	Küp düzenekleri	h (cm)	q (m ² /s)	U _{ort} (cm/s)	T _{hava} (°C)	T _{su} (°C)	C _s (mg/L)	C _U (mg/L)	C _D (mg/L)	C _{max} (mg/L)	E	E _{max}	r	r _{max}
1	Tek küp (15x15x15cm)	5.56	0.0052	9.35	26	25.6	8.15	7.54	7.7	7.73	0.26	0.31	1.36	1.45
2	Tek küp (15x15x15cm)	9.26	0.026	28.08	25.8	25	8.11	7.67	7.69	7.77	0.05	0.23	1.05	0.05
3	Tek küp (15x15x15cm)	15.7	0.03	18.90	26	25	8.35	8.09	8.12	8.15	0.11	0.23	1.13	1.30
4	Tek küp (15x15x15cm)	19.9	0.041	20.64	26.6	26	8.24	7.97	7.97	7.97	0.00	0.00	1.00	1.00
5	İki küp (15x15x15cm)	5.24	0.005	9.16	25.1	25	7.98	7.45	7.62	7.67	0.32	0.42	1.47	1.71
6	İki küp (15x15x15cm)	10.1	0.013	12.72	25	26	7.94	7.56	7.62	7.85	0.16	0.76	1.19	4.22
7	İki küp (15x15x15cm)	15.1	0.026	17.26	25.3	26	8.16	7.81	7.84	8.01	0.09	0.57	1.09	2.33
8	İki küp (15x15x15cm)	18.4	0.046	25.16	25.3	26	8.17	7.89	7.89	7.89	0.00	0.00	1.00	1.00
9	İki küp (15x15x15cm) ve (6.5x6.5x6.5 cm)	5.86	0.003	5.80	26.2	26	7.8	7.52	7.64	7.68	0.43	0.57	1.75	2.33
10	İki küp (15x15x15cm) ve (6.5x6.5x6.5 cm)	9.86	0.012	12.58	25.8	26	7.8	7.6	7.66	7.69	0.30	0.45	1.43	1.82

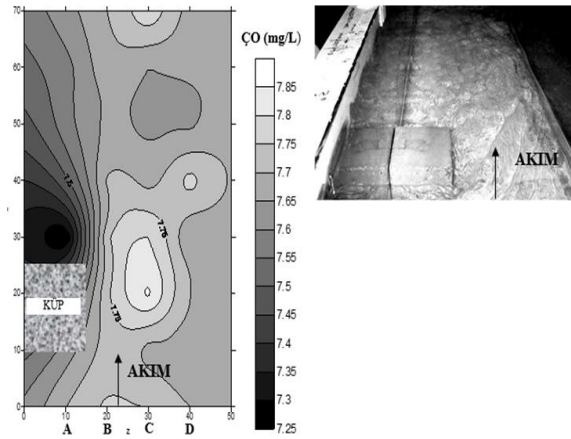
Akım ortamında tek küp varken h=10 cm'de etkin çeviriler, dalgalanmalar oluşmuştur ve bu bölgelerde oksijen kazanımı sağlanmıştır (Şekil 1). Çeviriler etkisini B2 noktasında göstermeye başlamış, buna bağlı olarak B2, B3, C2, C3 noktalarına çevirilerin artışına bağlı olarak ÇO miktarında bir artış olmuştur. Taşın arkasındaki bölgede ise ölü bölge (akıma katılmayan) oluşmuş ve A aksı boyunca ÇO miktarında membada referans noktada ölçülen değere göre belirgin düşüş gözlenmiştir. Akım genelinde %21'lik, yersel olarak %43'lük bir oksijen kazanımı sağlanmıştır.

Bu düzenekte akım taşların arasından geçerken hidrolik sıçrama oluşmuştur. Hidrolik sıçramanın görüldüğü B2 ve C2 noktalarında oksijen kazanımı maksimum olarak

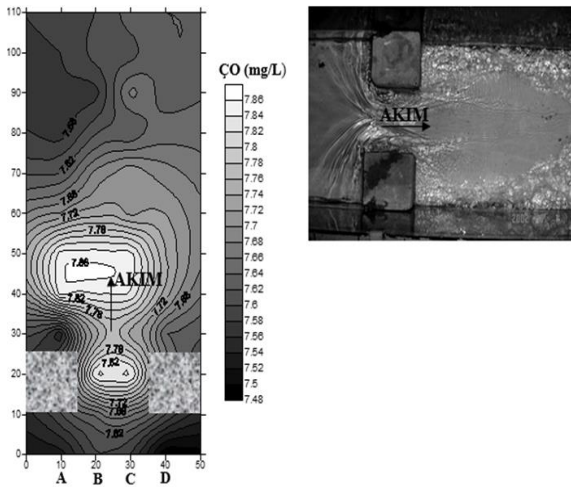
gözlenmiştir. Literatürden görüldüğü üzere, hidrolik sıçrama sırasında türbülans miktarında büyüme ve suya hava kabarcık girişi olur. Tek küpte olduğu gibi taşın arkasındaki A noktasında bir ölü bölge oluşmamıştır. 6-7 aksları arasında suyun altından üstüne doğru hava kabarcıklarının hızlı bir şekilde hareket ettiği gözlenmiştir. Akım genelinde %16, yersel olarak ise %76'lık bir oksijen kazanımı sağlanmıştır.

Bu düzenekte büyük küpün (15*15*15) iz bölgesinde akıma katılmayan ölü bölge oluşurken, küçük küpte böyle bir oluşum gözlenmemiştir. Küçük küp suya batmış durumdadır. Taşların etkisiyle suda oluşan çeviriler ve çalkantılar, hava-su transferinin gerçekleşmesini sağlamışlardır. Büyük küpün arkasındaki A aksında suda

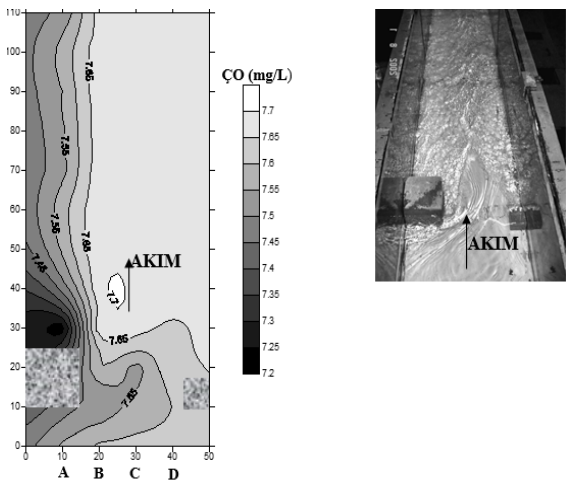
oksijen miktarında azalma olurken, küçük küp oksijenin B, C, D akslarında üniform bir şekilde yayılım göstermesini sağlamıştır. Akım genelinde %30, yersel olarak ise %45'lik bir oksijen kazanımı olmuştur.



Şekil 2. Tek küp düzenegindeki ÇO dağılımı (h=10 cm, Küp boyutu=15*15*15).



Şekil 3. İki küp düzenegindeki ÇO dağılımı (h=10 cm, Küp boyutları=15*15*15 cm).



Şekil 4. İki küp düzenegindeki ÇO dağılımı (h=10 cm, Küp boyutları=15*15*15 ve 6,5*6,5*6,5 cm).

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yapılan deneyler sonucunda elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

- 1) İkili kaya parçası düzenekleri tek kaya parçası düzeneklerine göre oksijen kazanımı bakımından hem yerel kazanım hem de toplam verim açısından daha iyi sonuçlar vermiştir.
- 2) Kaya paçası düzeneklerini aşan su derinliklerinde, oksijen transferi bakımından sistemin verimi düşmektedir.
- 3) Su derinliğine bağlı olarak kaya parçası düzeneklerinden sonra oluşan su jeti ve hidrolik sıçramanın şeklinde ve büyüklüğünde farklılıklar olmaktadır. Buna bağlı olarak suya giriş yapan hava kabarcıklarının dağılımı ve büyüklüğü değişmektedir ve ÇO miktarı bu değişimden etkilenmektedir.
- 4) Kaya parçalarının akım içindeki batıklık oranlarına bağlı olarak akım yapısı değişmektedir. Oksijen transfer verimi bakımından ikili kaya parçası düzeneklerinde akım genelinde 0.33 batıklık oranında, yersel olarak ise 0.66 batıklık oranında daha iyi sonuçlar vermiştir.
- 5) Kaya parçalarının arkasında oluşan akıma katılmayan bölgelerde DO konsantrasyonu diğer bölgelere göre düşmekte ve DO değeri zamanla değişim göstermektedir.
- 6) Laboratuvarında yapılan bu ölçümlerin, doğada benzer kaya parçaları düzenekleri içeren bir akarsuda yapılması önerilmektedir.

SEMBOL LİSTESİ

a	: Oksijen transferinin gerçekleştiği yüzey alanının hacme olan oranı
A	: Gaz-sıvı girişim alanı
C _D	: Mansap bölgesindeki oksijen konsantrasyonu
C _{gaz}	: Sıvı içinde çözülmüş kimyasal madde konsantrasyonu
C _{mak}	: Sudaki maksimum çözülmüş oksijen konsantrasyonu
C _{makT}	: Türbülans kayma bölgesindeki en büyük hava konsantrasyonu
C _S	: Havadaki oksijen konsantrasyonu
C _U	: Memba bölgesindeki oksijen konsantrasyonu
d ₁	: Hidrolik sıçramadan önceki su yüksekliği
D _{gaz}	: Moleküler difüzyon katsayısı
E	: Oksijen transfer verimi
E _{mak}	: Maksimum oksijen transfer verim katsayısı
f	: Sıcaklık değişimini gösteren katsayısı
Fr	: Froude sayısı
h	: Su derinliği
H _{gaz}	: Henry katsayısı
K _M	: Kütle transfer katsayısı
K _L	: Sıvı-kütle transfer katsayısı
M _{gaz}	: Gazın kütlesi
P _{gaz}	: Gazın havadaki kısmi basıncı
r	: Oksijen kazanım katsayısı
r _{mak}	: Maksimum oksijen kazanım katsayısı
Re	: Reynolds sayısı
q	: Birim genişlikteki debi
T _{hava}	: Hava sıcaklığı
T ₀	: Referans sıcaklığı
T _{su}	: Su sıcaklığı
U _{ort}	: Ortalama hız

KAYNAKLAR

- Artüz, M.L. (2002).** Marmara ve Boğazların ekolojisi ve değişimler. *SBT Kongresi*, İstanbul, Türkiye
- Avery, S.T. & Novak, P. (1978).** Oxygen transfer at hydraulic structures. *J. Hydr. Div., ASCE*, **104**(11), 1521-1540.
- Butcher, J.B. & Covington, S. (1995).** Dissolved oxygen analysis with temperature dependence. *J. of Environmental Engineering., (ASCE)*, **121**, 756-759.
- Cokgor S. & Kucukali, S. (2002).** Oxygen transfer around boulders, *XXX. IAHR Congress*, Thessaloniki, Greece.
- Chanson, H. (1994).** *Hydraulic design of steeped cascades, channels, weirs and spillways*. Pregamon Press. Great Britain.
- Chanson, H. (1995).** *Air bubble entrainment in free surface turbulent flows, Experimental investigations*. Report No: CH46/95. Department of Civil Engineering, University of Queensland, Australia.
- Gulliver, J.S. Wilhelms S.C & Parkhill, K.L. (1998).** Predictive capabilities in oxygen transfer at hydraulic structures. *Hydr. Engrg., ASCE*, July 1998, 664-671.
- Kim J. & Walters R.W. 2001,** Oxygen transfer at low drop weirs. *J. Environmental Engrg, ASCE*, **127**(7), 604-610.
- Wood, I.R. (1991).** *Air Entrainment in free-surface flows*. A.A Balkema, Rotterdam, Netherlands
- Gameson, A.L.H. Vandyke, K.G. & Ogden, C.G. (1958).** The effect of temperature on aeration at weirs. *Water and Water Engrg.*, Nov, 489-492.
- Nakasone, H. (1987).** Study of aeration at weirs and cascades. *J. Envir. Engrg, ASCE*, **113**, 64-81.
- Streeter, V.L., Leutheusser, H.J. & Alemu, S. (1981).** *Fluid Mechanics*. McGraw-Hill. Singapore.
- Thandaweswara, B.S. (1974).** *Self aerated flow characteristics in developing zones in hydraulic jumps*. Ph.D. thesis, Dept. of Civil Engrg, Indian Institute of Science, India.
- Van de Donk, J. (1981).** *Water aeration with plunging jets*. Ph. D thesis, TH Delft, Netherlands.

***Corresponding author's:**

Serhat KÜÇÜKALİ

Hacettepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06800, Ankara, Türkiye.

✉E-mail: serhatkucukali@hacettepe.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-5867-3270>.

Telefon : +90 (312) 297 73 28 / 134

Van Gölü Havzasındaki Amatör Balıkçılığın Sosyo Ekonomik Analizi

Mustafa AKKUŞ* Adem Sezai BOZAOĞLU

Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 65080, Zeve Kampüsü, Van

: <https://orcid.org/0000-0002-8900-9495>, : <https://orcid.org/0000-0003-4078-5159>

Received date: 14.10.2019

Accepted date: 09.12.2019

Atf yapmak için: Akkuş, M. & Bozaoğlu, A.S. (2019). Van Gölü Havzasındaki Amatör Balıkçılığın Sosyo Ekonomik Analizi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 506-512.

How to cite: Akkuş, M. & Bozaoğlu, A.S. (2019). Socio-Economic Analysis of Amateur Fisheries in Lake Van Basin. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 506-512.

Öz: Bu çalışmada, Van Gölü havzası, Çatak ve Bahçesaray Çaylarındaki amatör balıkçılığın sosyo ekonomik yapısı balıkçılık yönetimi açısından değerlendirilmiştir. 2017-2019 yılları arasında havzada bulunan ve anket sorularını cevaplamayı kabul eden 174 amatör balıkçı ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket 18 sorudan oluşup, amatör balıkçılığın üzerinde yoğunlaştığı balık türleri, demografik yapı, yoğun olarak kullanılan av araçları, amatör avcılığı gelir elde etmek için yapanların oranı ve avlanma zamanlarını belirlemeye yöneliktir. Anket sonuçlarına göre, havzada amatör balıkçıların %15,6'sının amatör balıkçı belgesi sahibi olduğu, avcılık yapanların %86,4'ünün yerel ismi "tırıvrı" olan av aracı kullandığı tespit edilmiştir. Amatör avcılarının %43,6'lık oran ile en fazla sazan (*Cyprinus carpio*) avlamayı tercih ettiği saptanmıştır. Amatör balıkçıların %98,9 oranında erkeklerden oluştuğu, %63,3'ünün evli ve %34,4'ünün 2 çocuk sahibi olduğu belirlenmiştir. Eğitim durumları incelendiğinde en yüksek oranı %31,6 ile lise mezunları oluşturmaktadır. Avcıların %82,7'sinin beslenmek için balık avladıkları ve %86,3'ünün hafta sonu avlanmayı tercih ettiği saptanmıştır. Elde edilen veriler balıkçılık yönetimi açısından değerlendirilerek alandaki amatör balıkçılık kaynaklı sorunlar üzerinde çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Amatör balıkçılık, *Salmo tigridis*, Tırıvrı, Van Gölü havzası.

Socio-Economic Analysis of Amateur Fisheries in Lake Van Basin

Abstract: In the present study, the socio economic structure of amateur fisheries in Lake Van basin, Çatak and Bahçesaray Stream has been evaluated in terms of fisheries management. 174 amateur fisherman, who were volunteers, took part in the face to face inter views between the years 2017-2019. The questionnaire was composed of 18 questions which were mainly based on the topics that amateur fisheries focuses on; species of the fish, fishing gear commonly used, therates of people who earn money through it and the periods for fisheries activities. According to results, 15.6% of fishermen had been used amateur fishing certificate while 86.4% local name "tırıvrı" used fishing gear. 43.6% of them preferred catching sazan (*Cyprinus carpio*), and 98.9% of the fishermen were males. When the education level is examined, the highest rate is high school graduates with 31.6%. 63.3% of them were married, and 34.4% of them had 2 children. Also, it was noted down that 82.7% of them caught fish fore ating, and 86.3% of them preferred fishing at weekend. The gathered data in the present study is used to evaluate problems of amateur fisheries in accordance with fisheries management perspectives, and the possible solutions are presented.

Keywords: Amateur fishing, *Salmo tigridis*, Tırıvrı, Van Lake basin.

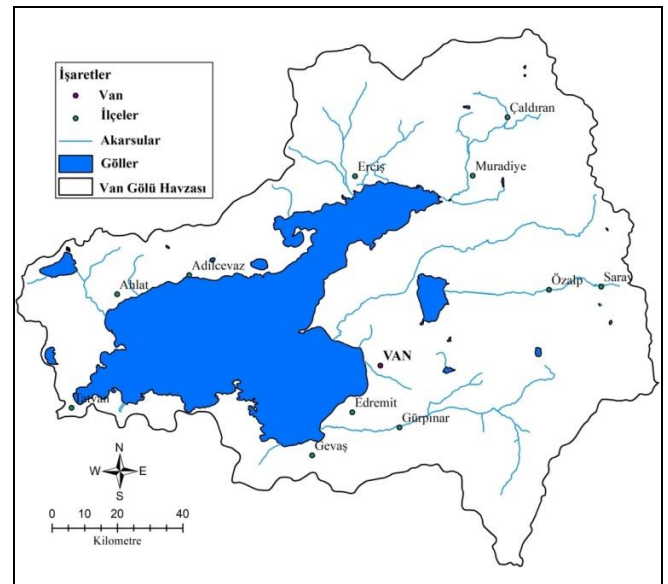
GİRİŞ

Van Gölü havzası, 17 doğal göl, 3 baraj gölü, 40 kadar gölet ve Van Gölüne dökülen 111 adet akarsu ile Türkiye'nin en zengin havzalarından biridir (Çetinkaya, 1996). Van Gölü 9945 ton/yıl inci kefalı avcılığı ile havzadaki en büyük balıkçılık kaynağının başında gelmektedir (TÜİK, 2018). Nazik Gölü ve Erçek Gölü balıkçılık yapılan diğer kaynakların arasındadır. Havzada ticari balıkçılık faaliyetlerinin yanında yoğun bir şekilde amatör balıkçılık faaliyetleri de yürütülmektedir. Amatör balıkçılık, 4/2 Numaralı Amatör Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ'de "sadece rekreasyon, spor veya dinlenme amacıyla yapılan, maddi ve ticari kazanç gayesi gütmeyen, avlanan ürünün satılmadığı balıkçılık etkinliği" olarak tanımlanmıştır. İnsanların stres atma, spor yapma ve doğa ile bütünleştiği bu faaliyeti yapan insan sayısı her geçen yıl artmaktadır. Van Gölü havzasında Sazan (*Cyprinus carpio*), Siraz (*Capoeta cosswigi*), Dicle alabalığı (*Salmo trutta*) ve barajlarda bulunan yetiştiricilik kafeslerinden barajlara kaçan Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) amatör balıkçılar tarafından avcılığı yapılan türlerdir. Amatör balıkçılık ticari balıkçılığa göre kar amacı gütmeyen ve balık stokları için zararsız olarak düşünülen bir avcılık çeşidi olmasına karşın kurallara uymadan, bilinçsizce yapılan amatör avcılık özellikle nesli tehlike altındaki türler için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Amerika'da, amatör ve ticari balıkçılar tarafından 22 yıl boyunca karaya çıkarılan balık miktarları incelenmiş ve amatör balıkçılığın balık stokları üzerinde ticari balıkçılıktakine benzer etkiler ortaya çıkardığı belirlenmiştir (Coleman vd., 2004). Amatör balıkçılık sucul ekosistemin bozulmasını hızlandırmaktadır (Cooke&Cowx, 2006). Dünyada her yıl artan amatör balıkçı sayısı, balık stokları üzerindeki av baskısını arttırmaktadır. Özellikle son yıllarda yüksek kalitedeki balık bulucular ve olta takımlarının ortaya çıkışı bu baskıyı arttıran en büyük nedenlerdendir. Artan bu baskı nedeniyle dünyada bazı bölgelerde amatör balıkçılıktan elde edilen ürün ticari balıkçılıktan elde edilen toplam ürünü geçmektedir (McPhee vd., 2002). Amatör balıkçılık kıyıya yakın bölgelerdeki birçok yavru (juvenil) balık türleri üzerinde av baskısı oluşturarak stoklara zarar vermektedir (Steffevd., 1996). Ticari balıkçılığın daha çok ön planda olduğu ülkemizde amatör balıkçılıkla ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar; Yalova ilinde sportif (amatör) balıkçılık yapan kişilerin yaş grupları, meslek grupları ve belgelerini yenileme oranları (Dalkıran &Baki, 2009), Ülkemizdeki amatör balıkçılığın durumuna bir bakış (Zengin vd., 2009) Atatürk ve Galata Köprüsü'nde sportif olta balıkçılığı yapanların sosyo-ekonomik yapısı (Doğan &Çağiltay, 2012), Elazığ ilindeki amatör balıkçıların sosyo-demografik özellikleri (Ateşşahin vd., 2014), amatör balıkçılığın sosyo ekonomik yönden değerlendirilmesi (Dirmikçi, 2009; Kuru, 2013), sportif olta balıkçılığının alternatif turizm kapsamında değerlendirilmesi üzerinedir

(Dinçer vd., 2016). Ülkemizdeki amatör balıkçılık hem kavram olarak hem de uygulama açısından henüz standart bir yapı kazanamamıştır (Aydın vd., 2018). Ülkemizde deniz ve iç sularda "Amatör Balıkçı Belgesi" almak zorunlu olmadığı gibi düzenli bir kayıt sisteminin olmayışı, amatör balıkçılar ile ilgili bilgiler ve bu faaliyetlerin ekosistem üzerine olan etkileri henüz rakamsal olarak ölçülememektedir (Zengin vd., 2009). Bu durum, balıkçılık yönetimi açısından bir belirsizliği meydana getirmektedir. Bölgelere göre yapılacak çalışmalar amatör balıkçılıktan kaynaklı belirsizliklerin ortadan kaldırılmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışmada, Van Gölü havzasındaki amatör balıkçılığın sosyo ekonomik yapısı değerlendirilmiş ve balıkçılık yönetimi açısından bölgedeki amatör balıkçılık kaynaklı riskler belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2017-2019 yılları arasında Van Gölü havzası ve Van il sınırları içerisinde kalan Çatak ve Bahçesaray Çaylarında yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Van Gölü havzası ve su kaynakları.

Çalışmanın ana materyalini sahada amatör balıkçılık ile uğraşan insanlar ile yapılan yüz yüze anket görüşmelerinden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Anket çalışması, Ateşşahin vd. (2014) tarafından hazırlanan anketin Van Gölü havzasına göre uyarlanması ile yapılmıştır. 18 sorudan oluşan anket, amatör balıkçıların sosyo-ekonomik yapılarını ve bölgedeki amatör balıkçılığın durumunu ortaya koymaya yönelik hazırlanmıştır. Saha çalışmalarında soruları cevaplamayı kabul eden toplam 174 kişi ile anket yapılmıştır. Ankette; amatör balıkçı belgesinin varlığı, tercih ettiği balık türü, kullanılan yem, av yasakları hakkında bilgisi, tırırını (Bir olta ipi ucuna bağlı çeşitli ebatlardaki misina parçalarından yapılmış ve bu parçalara bir kurşun ağırlık takılarak kullanılan av aracı) kullanımı, balıkçıların yaşı,

cinsiyeti, amatör balıkçılığa nasıl başladığı, tercih edilen gün, eğitim düzeyi, medeni durumu, avlanılan balığın nasıl değerlendirildiği, mesleği, aylık geliri, çocuk sayısı, amatör avcılığı neden yaptığı soruları sorulmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Sahada yapılan çalışmada, anket sorularını cevaplamayı kabul eden 174 kişi ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Van Gölü havzasında amatör balıkçılık yapanlar arasında % 15,6'sının amatör balıkçı belgesine sahip olduğu, % 84,4'ünün ise belge sahibi olmadığı belirlenmiştir (Tablo 1). Ateşşahin vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada Elazığ ilindeki amatör balıkçıların % 5,4'ü amatör balıkçı belgesine sahip, % 94,6'sının ise belgesinin olmadığını bildirmişlerdir. Aydın vd. (2018), Rize ilinde amatör balıkçıların %18,8'inin belge sahibi, % 81,2'sinin belge sahibi olmadığını bildirmişlerdir. Dırmıkçı (2009), İzmir Körfezi'ndeki amatör balıkçıların % 32'sinin amatör balıkçı belgesine sahip, % 68'inin amatör balıkçı belgesine sahip olmadığını belirlemiştir. Dalkıran ve Baki, (2009), Yalova ilinde yaptıkları çalışmada amatör balıkçıların tamamının amatör balıkçı belgesine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçların Dalkıran ve Baki, (2009), tarafından yapılan çalışma haricindeki çalışmalar ile uyumlu olduğu görülmektedir. Van Gölü havzasında belge sahibi amatör balıkçı sayısının oranının düşük olması bölgenin sarp arazi yapısından dolayı ilgili kurumlar tarafından yeterince kontrol yapılamaması ve kanunen belge alma zorunluluğunun bulunmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 1.Sosyo ekonomik analiz anket sonuçları.

Sorular	Kişi sayısı	Oran (%)
1. Amatör balıkçı belgesi var mı?		
Evet	27	15,6
Hayır	147	84,4
2. Tercih ettiği balık türü		
Sazan	76	43,6
Siraz	30	17,2
Dicle alabalığı (<i>Salmo tigris</i>)	35	20,1
Gökkuşluğu alabalığı	29	16,9
Diğer	4	2,2
3. Kullanılan yem		
Solucan	95	54,8
Ekmek	65	37,3
Balık eti	10	5,7
Diğer	4	2,2

Van Gölü havzasında amatör balıkçılar tarafından %43,6 oran ile en çok sazan balığı (*Cyprinus carpio*) avlandığı belirlenmiştir. Sazandan sonra %20,1 Dicle alabalığı (*Salmo tigris*), %17,2 siraz (*Capoeta cosswigi*) ve % 16,9 ile gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve %2,2 ile diğer balıklar gelmektedir (Tablo 1). Ateşşahin vd. (2014), tarafından yapılan çalışmada Elazığ ilindeki amatör balıkçıların %44,6'sı alabalık, %24,3'ü sazan, %9,5'i turna ve %21,6'sı ise diğer balıkları avlamayı tercih ettiklerini belirlemiştir. Aydın vd., (2018), Rize ilinde amatör balıkçıların %50,3'lük bölümünün istavrit, %19,7'lik

bölümünün ise çinekop avlamayı tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Dırmıkçı (2009), İzmir Körfezi'ndeki amatör balıkçıların %27,3'ünün çipura, %31,3'ünün kefal, %4,1'inin isparoz, %8,7'sinin levrek, %1,07'sinin istavrit, %22'sinin çinekop, %4,6'sinin sarpa, %0,67'sinin karagöz, %12,2'sinin sübye, %6,5'inin kalamar, %1,2'sinin granyöz avlamayı tercih ettiklerini bildirmiştir. Farklı bölgelerin farklı ekolojik konumları nedeniyle baskın balık türü değişmektedir. Ayrıca bölgelere göre değişen beslenme alışkanlıkları nedeniyle amatör avcılıkta tercih edilen tür değişmektedir. Bu nedenle çalışmamızda elde edilen avcılığı tercih edilen tür sonuçlarının diğer çalışmalardan elde sonuçlardan farklı çıkması beklenen bir durumdur. Çalışmada amatör avcılar tarafından en çok kullanılan yem %54,8 ile solucan olarak tespit edilmiştir. Solucandan sonra, %37,3 ekmek, %5,7 balık eti ve %2,2 ile diğer yemler kullanılmaktadır (Tablo 1). Ateşşahin vd., (2014), tarafından Elazığ ilinde tercih edilen yemlerin %27 solucan, %9,5 ekmek, %9,5 çekirge, %5,4 karides ve %48,6 diğer yemler olduğunu belirlemiştir. Dırmıkçı, (2009), İzmir Körfezi'nde toplam 9 farklı türün avcılığında kullanılan yem tercihlerinin türlere göre değiştiğini ve yem olarak ekmek, sülunes, boru kurdu, sahte yem, yengeç, midye ve balık eti tercih edildiğini bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Ateşşahin vd., (2014), tarafından elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermesine karşın Dırmıkçı, (2009), tarafından elde edilen sonuçlar ile uyuşmadığı görülmektedir. Bu durumun, avcılıkta kullanılan yemlerin avlanılan balık türlerine göre değişmesi ve bölgesel imkanlardan dolayı elde edilmesi en kolay yemin tercih edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 2.Sosyo ekonomik analiz anket sonuçları.

Sorular	Kişi sayısı	Oran (%)
4. Av yasakları hakkında bilgisi		
Çok Kötü	5	2,8
Kötü	10	5,7
Orta	15	8,6
İyi	36	20,6
Çok İyi	108	62,3
5. Paraşüt (tırıvırı) kullanımı		
Evet	150	86,4
Hayır	20	11,4
Bilğim Yok	4	2,2
6. Balıkçıların yaşı		
0-20	60	34,6
21-40	90	51,7
41-60	24	13,7

Bölgede av yasakları hakkında bilgi sahibi olma oranı bakımından amatör balıkçıların %62,3'ü "çok iyi", %20,6'sı "iyi", %8,6'sı "orta", %5,7'si "kötü", %2,8'i ise "çok kötü" olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Diğer çalışmalar incelendiğinde, Ateşşahin vd., (2014), Elazığ'da amatör balıkçıların av yasakları hakkında bilgi konusunda %8,1'inin "çok iyi", %39,2'sinin "iyi", %33,8'inin "orta", %2,7'sinin "kötü", %16,2'sinin ise "çok kötü" olduğunu belirlemiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Ateşşahin vd., (2014), tarafından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında arada büyük bir farklılık olduğu görülmektedir. Van Gölü havzasındaki amatör balıkçılar arasında av yasakları konusunda %62,3'ünün "çok iyi" bilgi sahibi olmasına karşın

Elazığ ilinde bu oranın %8,1 olduğu görülmektedir. Van Gölü havzasında bu oranın yüksek çıkmasının sebebi, yaklaşık 20 yılı aşkın bir süredir Van Gölü'nde yaşayan inci kefali balığının korunması için bölgede sürdürülen koruma çalışmaları ve kırsal alanlarda yapılan eğitim faaliyetlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada paraşüt ya da tıriviri olarak bilinen misinadan yapılan av aracının kullanımının amatör avcılar arasında çok yaygın olduğu (%86,4) belirlenmiştir. Kullanmayanların oranı %11,4 ve tıriviri hakkında bilgisi olmayan balıkçıların oranı %2,2'dir (Tablo 2). Ateşşahin vd., (2014), tarafından yapılan çalışmada Elazığ'da tıriviri kullanan amatör avcılarının oranı %5, kullanmayanların oranı %65 ve bilgisi olmayanların oranı %4 olarak bildirilmiştir. Dönel ve Yılmaz, (2016), tarafından Ordu ili Gaga Gölü'nde yaşayan balıkların ağırlıklı olarak olta ve paraşüt (tıriviri) ile avlandıklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçların Dönel ve Yılmaz, (2016), tarafından elde edilen sonuçlar ile uyumlu olmasına karşın Ateşşahin vd., (2014), tarafından yapılan çalışma ile uyumsuz oldukları görülmektedir. Bu durumun, avcılıkta kullanımı yasak olan tıriviri av aracı üzerinde yapılan denetimlerin bölgelere göre farklılık göstermesi ve farklı bölgelerdeki sucul ekosistem tiplerinin değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Havzadaki balıkçıların yaş dağılımları incelendiğinde amatör avcılığın en fazla %51,7 ile 21-40 yaş arasında olduğu belirlenmiştir. Diğer yaş aralıklarında dağılım (41-60) yaş arası %13,7, 0-20 yaş arası %34,6 olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Ateşşahin vd., (2014), tarafından bu oranlar Elazığ'da 0-20 yaş arası %12,2, 21-40 yaş arası %62,2, 41-60 yaş arası ise %25,7 olarak hesaplanmıştır. Dirmikçi (2009), İzmir Körfezi'ndeki bu değerler, 0-19 yaş aralığında %2,5, 20-29 yaş aralığında %8,5, 30-39 yaş aralığında %17,5, 40-49 yaş aralığında %28, 50-59 yaş aralığında %16,5, 60-69 yaş aralığında %16,5, 70 yaş üzerinde ise %7,5 olarak bildirilmiştir. Aydın vd., (2014), Rize ilinde amatör balıkçılık yapan kişilerin yaş dağılımlarını, 20 yaş altı %3,7, 20-40 yaş aralığında %42,2, 41-60 yaş aralığında %46,5, 61 yaş üzeri %7,6 olarak hesaplamışlardır. Aydın vd., (2013), Ordu ilinde yaptıkları çalışmada amatör balıkçıların yaş ortalamasını 35 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda en yüksek oranın %51,7 ile 21-40 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Çalışmamızda hesaplanan değerlerin, Ateşşahin vd., (2014) ve Aydın vd., (2013), tarafından elde edilen sonuçlar ile uyumlu olmasına karşın, diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlardan farklı olduğu görülmektedir. Bu farkın, bölgede yoğun olarak inşaat ve tarım ile iştigal eden insanların ilerleyen yaşlarda (40-49 ve daha yukarı yaşlarda) yaşadığı sağlık sorunları nedeniyle amatör balıkçılığa zaman ayıramadıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Havzadaki amatör balıkçıların cinsiyet dağılımı incelendiğinde %98,9 ile ağırlıklı olarak erkeklerin amatör balıkçılık yaptığını, kadınların yalnızca %1,1 oranında olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Erkek amatör balıkçı oranı, Tunca vd. (2013), tarafından Foça'da %96,9, Gökova'da

%89,2, Aydın vd. (2018), tarafından Rize'de %97,7, Ateşşahin vd., (2014), tarafından Elazığ'da %94,6, Dirmikçi, (2009), İzmir Körfezi'nde %94, Aydın vd., (2013), tarafından Ordu'da %99,2 olarak bildirilmiştir. Diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile çalışmamızda elde edilen değerler uyumludur. Elde edilen değerler incelendiğinde ülkemiz genelinde amatör balıkçılığın erkekler tarafından daha çok tercih edildiği anlaşılmaktadır. Amatör balıkçılığa nasıl başlandığı sorusuna balıkçıların %80,6'sı hobi, %17,2'si ticari amaçlı %2,2'si baba mesleği olarak cevaplamışlardır. Ateşşahin vd. (2014), tarafından bu değerler %95,9 hobi, %1,4 ticari, %2,7'sinin ise baba mesleği olarak bildirilmiştir. Doğan ve Çağıltay, (2012), %73,9 oranında hobi amaçlı olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda bulunan değerler ile diğer çalışmalardan elde edilen değerler incelendiğinde amatör balıkçılığın ağırlıklı olarak hobi amaçlı yapıldığı görülmektedir. Fakat çalışmamızda havzada amatör balıkçılığın %17,2 oranında ticari olarak yapıldığı tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3.Sosyo ekonomik analiz anket sonuçları.

Sorular	Kişi sayısı	Oran (%)
7. Cinsiyet		
Erkek	172	98,9
Kadın	2	1,1
8. Amatör balıkçılığa nasıl başladığı		
Hobi	140	80,6
Baba mesleği	4	2,2
Ticari	30	17,2
Amatör balıkçılığı ticari amaçlı yapan kişilerin tercih ettiği balık türleri	18 kişi, Dicle alabalığı 8 kişi, Dicle alabalığı + Sazan 4 kişi, Sazan	
9. Tercih edilen gün		
Hafta sonu	150	86,3
Hafta içi	24	13,7

Bu değerlerin diğer çalışmalarda elde edilen değerlerden çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun çalışma alanının, ülkemizde işsizlik oranının (%21,5, (TÜİK, 2018)) en yüksek yerlerden biri olması nedeniyle insanların gelir kaynağı olarak yakaladığı balıkları satmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Anket çalışmalarında, ticari avcılığın, bölgede yüksek fiyattan alıcı bulan Dicle alabalığı üzerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Dicle alabalığının, etinin lezzetli oluşu ve hastalıklara şifa olduğuna olan inanç nedeniyle yüksek fiyattan alıcı bulması bu tür üzerinde büyük bir avcılık baskısı oluşmasına neden olmuştur. Bölgede Çatak ve Bahçesaray Çaylarında yaşayan Dicle alabalığı besin piramidinin en üst seviyesindeki bir türdür. Bu türün ekosistemden çekilmesinin besin zincirinde öngörülmesi zor zararlara yol açacağı düşünülmektedir. Çalışmada amatör balıkçıların %86,3 ile en çok hafta sonu, %13,7 ile en az hafta içi avlanmayı tercih ettikleri belirlenmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda hafta sonu avlanmayı tercih edenlerin oranı, Aydın vd., (2018), Rize'de %64,2, Tunca vd., (2013), tarafından Foça'da %62,3, Gökova'da 55,4 olarak bildirilmiştir. Belirtilen bu değerler çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Amatör balıkçılar tarafından hafta

sonunun ağırlıklı tercih edilmesinin hafta içi mesai saatlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 4. Sosyo ekonomik analiz anket sonuçları

Sorular	Kişi sayısı	Oran (%)
10. Eğitim düzeyi		
İlk okul	32	18,6
Orta okul	50	28,7
Lise	55	31,6
Lisans	36	20,6
Diğer (yüksek lisans, doktora)	1	0,5
11. Medeni durumu		
Evli	110	63,3
Bekar	64	36,7
12. Av aracı tercihi		
Makaralı (teleskopik)	120	68,9
Çaparı	15	8,8
Kaşık	15	8,6
Diğer	24	13,7

Eğitim durumları incelendiğinde amatör balıkçıların, % 31,6 ile en fazla lise mezunu olduğu görülmektedir (Tablo 4). Diğer çalışmalar incelendiğinde, Ateşşahin vd., (2014), lise %29,7, lisans %43,2, ortaokul %4,1, ilkököl %8,1 olarak bildirmiştir. Aydın vd., (2018), tarafından lise %37,3, ortaokul %32,7. Aydın vd., (2013), lise mezunu oranını %43,3 olarak bildirmişlerdir. Diğer çalışmalardan hesaplanan değerler hem kendi aralarında hem de bu çalışmada hesaplanan değerler ile farklılıklar göstermektedir. Bu durumun bölgelere göre, sosyal yapının ve eğitim imkanlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Havzadaki amatör avcılarının medeni durumlarına bakıldığında %63,3'ünün evli, %36,7'sinin bekar olduğu saptanmıştır (Tablo 4). Ateşşahin vd., (2014), Elazığ ilindeki amatör avcılarının %32,4'ünün bekar olduğunu bildirmişlerdir. Doğan ve Çağıltay, (2012), İstanbul Galata ve Boğaziçi Köprüleri'ndeki amatör avcılarının %83,8'inin evli %26,2'sinin bekar olduğunu belirlemişlerdir. Aydın vd. (2018), Rize ilinde amatör balıkçılık yapan kişilerin %82,2'lik bölümünün evli olduğunu bildirmişlerdir. Değerler incelendiğinde ülkemiz genelinde evli amatör balıkçıların sayısının ağırlıkta olduğu görülmektedir. Yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar uyumludur. Havzada av aracı tercihi oranı %68,9 makaralı (teleskopik) olta, %8,8 çaparı, %8,6 kaşık ve %13,7 diğer olarak belirlenmiştir. Ateşşahin vd., (2014), tarafından yapılan çalışmada amatör balıkçıların, %77 makaralı (teleskopik) olta, %8,6 çaparı, %14,9 kaşık ve %1,4 diğer av araçlarını tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Dirmikçi, (2009), İzmir Körfezi'nde amatör balıkçılar tarafından 12 farklı tip olta kullanıldığını belirlemiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Ateşşahin vd., (2014), tarafından yapılan çalışma ile uyumluluk göstermesine karşın Dirmikçi, (2009), tarafından yapılan çalışma farklılık göstermektedir. Bu farklılığın bölgelerde avlanan türlerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Amatör balıkçılar arasında % 48,8 ile en fazla kamu çalışanlarının, %1,7 ile en az emeklilerin olduğu belirlenmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Sosyo ekonomik analiz anket sonuçları.

Sorular	Kişi sayısı	Oran (%)
13. Meslek		
Kamu	85	48,8
Özel	18	10,6
Ticaret	60	34,4
Serbest	8	4,5
Emekli	3	1,7
14. Aylık geliri (TL)		
0-1000	20	11,7
1001-1500	50	28,7
1501-2250	70	40,2
2251-3000	20	11,4
3001+	14	8,0
15. Sosyal güvencesi		
Emekli Sandığı	85	48,8
SSK	68	39
Bağ-Kur	18	10,5
Yok	3	1,7

Ateşşahin vd., (2014), tarafından yapılan çalışmada kamuda çalışan %54,1, serbest meslek %36,5, işçi %2,7, emekli %6,8 olarak belirlenmiştir. Dalkıran ve Baki, (2009), Yalova'da amatör balıkçı belgesi almak için başvuranlardan %26,24'ünün emekli, %22,40'nın serbest meslek, %9,24'ünün işçi, %3,8'lik bölümünün memur olduğunu bildirmişlerdir. Aydın vd., (2018), Doğu Karadeniz sahilinde amatör balıkçıların %30'unun emekli, Aydın vd., (2013), Ordu ilinde amatör balıkçıların %22,5'inin kamu çalışanı, Doğan ve Çağıltay, (2012), Galata ve Boğaz Köprüsü'nde amatör balıkçılık yapanların %72,4'ünün serbest meslek grubu olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçların Ateşşahin vd., (2014), tarafından Elazığ'da yapılan çalışma sonuçları ile benzer olduğu, diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlardan ise farklı olduğu görülmektedir. Ülkemizdeki bazı şehirler konumları ve iş imkânlarından dolayı farklı bölgelerden kalabalık insan gruplarını barındırmaktadır. Bu durum anket çalışması uygulanan kitleler arasında meslek gruplarının oranları arasında farklılıklar oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca amatör balıkçılık kültürel bir olgu olup balıkçılığın denizden uzak iç kesimlere göre daha fazla yapıldığı denize kıyısı olan kesimlerde, özellikle emekliler arasında daha yaygın Aydın vd., (2018), Dalkıran ve Baki, (2009), olması, iç kesimlerde ise daha düşük çıkması Ateşşahin vd., (2014), beklenen bir durumdur. Van gölü havzası amatör balıkçıların aylık gelir bakımından %40,2'lik bölümü 1501-2250 TL, 3001 TL ve üzere geliri olanların %8 oranında olduğu belirlenmiştir. Diğer çalışmalar incelendiğinde Ateşşahin vd., (2014), Elazığ'da 0-750 TL arası %29,7, 3001 TL ve üzere geliri olan amatör balıkçıların oranını %6,8, Tunca vd. (2013), tarafından Foça ve Gökovada 501-1000 TL arası geliri olanların oranının %36, Aydın vd. (2018), Doğu Karadeniz sahilinde amatör balıkçıların %51,5'lik bölümünün aylık 1000-2000TL arası geliri olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçların Ateşşahin vd., (2014), ve Aydın vd., (2018), tarafından bulunan değerlerle farklılık tespit edilirken, diğerleri tarafından bulunan değerler ile benzer oldukları görülmektedir. Yapılan çalışmaların farklı tarihlerde yapıldığı göz önüne alındığında, ülkemizde kişi başına düşen gelir miktarı yıllara göre değiştiğinden, aylık

gelirler konusunda yıllara bağlı olarak farklılıkların meydana gelmesi beklenen bir durumdur. Havzadaki amatör balıkçıların sosyal güvence bakımından %48,8'inin emekli sandığı, %39'unun SSK'lı, %1,7'lik bölümünün ise hiç bir sağlık güvencesi olmadığı belirlenmiştir (Tablo 5). Ateşşahin vd., (2014), tarafından Elazığ'da amatör balıkçıların %48,6'sının emekli sandığına bağlı, %37,8'inin SSK'lı, %5,4'ünün ise hiç bir sağlık güvencesi olmadığını bildirmişlerdir. Bu değerlerin çalışmamızda hesaplanan değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 6. Sosyo ekonomik analiz anket sonuçları.

Sorular	Kişi sayısı	Oran (%)
16. Çocuk sayısı		
Yok	14	8,3
1	18	10,3
2	60	34,4
3	55	31,6
4	14	8,0
4+	13	7,4
17. Avladığı Balığı Değerlendirmesi		
Ticari	30	17,3
Beslenme	144	82,7
18. Avlanma Yasakları Hakkında Bilgisi		
Çok Kötü	34	19,5
Kötü	15	8,6
Orta	30	17,4
İyi	90	51,7
Çok iyi	5	2,8

Van Gölü havzasındaki amatör balıkçıların %34,4'ünün 2 çocuk, %31,6'sının 3 çocuk, %10,3'ünün 1 çocuk, %8,3'lik bölümünün ise çocuk sahibi olmadığı görülmektedir (Tablo 6). Ateşşahin vd., (2014), Elazığ'da amatör balıkçıların %25,7'sinin 2 çocuk, %14,9'unun 1 çocuk, %40,5'inin çocuk sahibi olmadığını bildirmişlerdir. Ülkemizde ailelerin sahip olduğu çocuk sayısı bölgelere göre farklılık göstermesinden dolayı çalışmamızda bulunan değerlerin Ateşşahin vd., (2014), tarafından bulunan değerlerden farklı çıkması beklenen bir durumdur. Çalışmada amatör balıkçıların avladığı balığı %17,3'ü gelir elde etmek için satarken, %82,7'lik kısmı beslenme amaçlı kullanılmaktadır. Ateşşahin vd., (2014), Elazığ'da amatör balıkçılardan %12,2'sinin avladığı balığı sattığını, %87,8'lik kesimin ise beslenme amaçlı kullandığını bildirmiştir. Değerler incelendiğinde amatör balıkçılığı satmak için avlayanların oranının Van Gölü havzasında daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durumun Van Gölü havzasında işsizlik oranının yüksek olması, Çatak ve Bahçesaray Çaylarında yaşayan Dicle alabalığının yüksek fiyattan alıcı bulabilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Avlanma yasakları ülkemizin balıkçılık yönetiminde balık stoklarının devamlılığı için kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Üreme zamanı ve ilk üreme boyuna göre belirlenen av yasakları balık türlerinin korunmasında kullanılan yöntemlerdir. Van Gölü havzası amatör avcılarının avlanma yasakları hakkındaki bilgileri değerlendirildiğinde %2,8'inin çok iyi, %19,5'inin çok kötü olduğu belirlenmiştir (Tablo 6). Ateşşahin vd., (2014), Elazığ'da bulunan amatör avcılarının %8,1'inin av yasakları konusunda bilgilerinin çok iyi,

%16,2'sinin ise çok kötü olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda hesaplanan değerler ile bu değerlerin örtüşmediği görülmektedir. Van Gölü havzasında yasaklar konusunda anket yapılan amatör avcılarının çok az bir bölümünün yasaklar konusunda (%2,8) çok iyi bilgiye sahip olduğu görülmektedir (Tablo 6). Bu durumun havzanın, Elazığ iline göre daha sarp ve dağlık bir yapıya sahip olmasına bağlı olarak ilgili kurumlarca amatör balıkçılara yönelik yeterli bilgilendirmenin yapılamamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Ülkemiz iç sularında bulunan balık stokları üzerindeki avcılık baskısı her geçen yıl artmaktadır. İç sular, denizel ortamlara göre daha küçük olmaları nedeniyle burada bulunan balık stokları daha kırılabilir bir yapıya sahiptir. Bu nedenle iç sularda bulunan stoklar üzerindeki ticari ve amatör av bakışı gücü iyi belirlenmelidir. Ülkemizde balık avcılığında denetim ve uygulamalar ticari avcılık üzerine yoğunlaşmış olup amatör avcılığın stoklar üzerindeki etkisi ihmal edilmektedir. Fakat iç sularda yapılan amatör balık avcılığı besin piramidinin en üstünde bulunan türleri hedeflediği için sucul ekosistemler üzerinde yıkıcı bir etki oluşturabilir. Ülkemizde amatör avcılığı düzenleyen 29800 sayılı, 4/2 numaralı tebliğ ile amatör avcılığın kuralları belirlenmiştir. Tebliğde, ülkemizde amatör avcılık yapacak kişilerin tebliğde geçen yasa, sınırlama ve sorumluluklara uymak şartıyla amatör balıkçılık yapabilecekleri belirtilmiştir. Söz konusu tebliğde amatör balıkçılık yapacak kişilerin amatör balıkçı belgesi almalarının zorunlu olmadığı ve avcılık sırasında yanlarında bulundurulmasının zorunlu olmadığı vurgulanmıştır. Amatör balıkçı belgesi alınmasının ve bulundurulmasının zorunlu olmayışı bölgelere göre stoklar üzerinde amatör av gücünün tespit etmeyi zorlaştırmaktadır. Amatör balıkçı belgesinin alınması ve belli aralıklar ile yenilenmesinin zorunlu yapılması amatör av gücünün belirlenmesinde ve takip sisteminin oluşmasında faydalı olacaktır. Ayrıca amatör balıkçı belgesi alan balıkçılara, türlerin asgari avlanma boyları ve yasa dönemleri hakkında bir kurs verilmesinin duyarlılığı arttıracığı değerlendirilmektedir. Tebliğde yer alan amatör avcılığın tanımında "yakalanan ürünün satılmadığı" ibaresi yer almaktadır. Fakat çalışmada bölgede amatör avcılarının %17,2'sinin (30 kişi) yakaladıkları balıkları gelir elde etmek için sattıkları belirlenmiştir. Çatak ve Bahçesaray Çayı'nda anket yapmayı kabul etmeyen, Dicle alabalığı avlayan, amatör avcılar da göz önüne aldığımız zaman bu sayının hesaplanandan daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bölgede amatör balıkçılığın ticari amaçla yapılması, bölgede sayıları hızla azalan Dicle alabalığının yok oluşunu hızlandıracaktır. Bu noktada, bölgedeki denetimlerin sıklaştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Tebliğde Çatak Çayı'nda (4/2 numaralı tebliğ Ek_6) Gürpınar ilçesi Taşlıyazı deresinden başlayarak Elmacı deresi dahil olmak üzere yıl

boyu avcılık yasaktır. Fakat bu yasak, çayın alabalıkların yoğun olarak görüldüğü kaynak bölümünü kapsamamaktadır. Bu nedenle, her dört yılda bir yenilenen ve 2020 yılında yayımlanacak olan 5/2 numaralı tebliğde Çatak Çayı'nın tamamının yıl boyu avcılığa kapatılması faydalı olacaktır. Son yıllarda iç su balık stokları için en büyük sorunlardan biri kullanımı her geçen gün yaygınlaşan tırırır isimli av aracıdır. Misinadan yapılan bu av aracının ucuz olması ve kullanılmasının tecrübe gerektirmemesi nedeniyle amatör avcılarının her kesimi tarafından kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu av aracı seçiciliğinin düşük olması, kolayca kopması ve koptuğu zaman uzun süre çürümeden su altında kalması nedeniyle hayalet avcılığa yol açmaktadır. 4/2 numaralı tebliğde, tırırır-paraşüt olarak adlandırılan av aracının üretimi, satışı, istihsal yerleri civarında bulundurulması ve su ürünleri avcılığında kullanılması yasaklanmıştır. Fakat üretilmesi, satışı ve kullanımı yasak olan bu av aracı Van Gölü havzasında her yerde satılmakta ve kullanılmaktadır. Bu nedenle denetimlerin artırılarak, bu av aracının satılması ve kullanılmasının engellenmesi durumunda, balık stokları üzerine baskının azalacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ateşşahin, T., Aslan, E. & Özmen, M.M. (2014).** Elazığ İlindeki Amatör Balıkçıların Sosyo-Demografik Özellikleri Üzerine Bir Ön Araştırma. *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 41-50.
- Aydın, M., Karapınar, M. & Balık, İ. (2018).** Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Amatör Balıkçılığın Sosyo Ekonomik Analizi. *Ecological Life Sciences*, 13(1), 1-14.
- Aydın, M., Tunca, S., Karadurmuş, U. & Durgun, D. (2013).** Valuation of recreational fishing benefits: A snapshot from Ordu, Turkey. *Su Ürünleri Dergisi*, 30(4), 147-154.
- Coleman, F., Figueira, W., Ueland, J. & Crowder, L. (2004).** The impact of united states recreational fisheries on marine fish populations. *Science*, 305(5692), 1958-1960.
- Cooke, S.J. & Cowx, I.G. (2006).** Contrasting recreational and commercial fishing: Searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biological Conservation*, 128, 93-108.
- Çetinkaya, O. (1996).** Van gölü havzası su kaynakları ve balıkçılık potansiyeli, Türkiye. *Doğu Anadolu I.ve II. Su Ürünleri Sempozyumu*, 31 Mayıs-02 Haziran 1996, Erzurum, Türkiye, 71-83.
- Dalkıran, G. & Baki, B. (2009).** Yalova ilinde sportif (amatör) balıkçılık yapan kişilerin yaş grupları, meslek grupları ve belgelerini yenileme (vize) oranları üzerine bir araştırma. *XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 01-04 Temmuz 2019, Rize, Türkiye, 1-11.
- Dırmıççı, L. (2009).** *İzmir Körfezi'nde Kıyıda Yapılan Amatör Balıkçılık Üzerine Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova-İzmir, Türkiye, 53s.
- Dinçer, F.İ., Atsız, O., Kahraman, O.C. & Çifçi, İ. (2016).** Sportif olta balıkçılığının alternatif turizm kapsamında değerlendirilmesi. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 39-50.
- Doğan, K. & Çağiltay, F. (2012).** İstanbul ilinde (Atatürk ve Galata Köprüsü) sportif olta balıkçılığı yapanların sosyo-ekonomik yapısına yönelik bir araştırma. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları IX. Ulusal Kongresi*, 14-17 Kasım 2012, Hatay.
- Dönel, K.E. & Yılmaz, E. (2016).** The fish fauna of Gaga Lake (Ordu-Turkey) and identification of four species by morphometric characteristics. *Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 2(2), 63-74.
- Kuru, H. (2013).** *İzmir Körfezi Kıyı Şeridinde Yapılan Amatör Balıkçılığın Sosyo - Ekonomik Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 55s.
- McPhee, D.P., Leadbitter, D. & Skilleter, G.A. (2002).** Swallowing the bait: is recreational fishing in Australia ecologically sustainable? *Pacific Conservation Biology*, 8(1), 40-51.
- Steffe, A.S., Murphy, J.J., Chapman, D.J., Tarlinton, B.E., Gordon, G.N.G. & Grinberg, A. (1996).** An assessment of the impact of offshore recreational fishing in New South Wales waters on the management of commercial fisheries. *Final Report, FRDC Project*, (94/053).
- Tunca, S., Ünal, V. & Miran, B. (2013).** Foça ve Gökova özel çevre koruma bölgelerinde amatör balıkçılığın sosyal ve ekonomik yönü final raporu. *Akdeniz Koruma Derneği*, Ankara.
- TÜİK. (2018).** http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1008 (Erişim tarihi: 09.10.2019).
- Zengin, M., Kalaç, B. & Dalkıran, G. (2009).** Ülkemizdeki amatör balıkçılığın durumuna bir bakış: Galata Köprüsü, Çanakkale Boğazı ve Abant Gölü Örnekleri. *Ulusal Su Günleri Sempozyumu 29 Eylül-1 Ekim*, Elazığ, Türkiye.

*Corresponding author's:

Mustafa AKKUŞ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 65080, Zeve Kampüsü, Van, Türkiye.

✉E-mail: makkus1932@gmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-8900-9495>

GSM : +90 (532) 47758 36

Telefon : +90 (432) 444 50 65 / 22623

Faks : +90 (432) 225 12 47

Karadeniz Türkiye Kıyıları Yağış Miktarlarının Uzun Dönemli Değişimi

Eren ERSOY¹ Ertuğrul AĞIRBAŞ^{2*}

¹Trabzon Meydan Meteoroloji Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye.

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 53100, Rize, Türkiye.

 <https://orcid.org/0000-0001-8968-1751>,  <https://orcid.org/0000-0001-7987-9668>

Received date: 24.10.2019

Accepted date: 12.12.2019

Atıf yapmak için: Ersoy, E. & Ağırbaş, E. (2019). Karadeniz Türkiye Kıyıları Yağış Miktarlarının Uzun Dönemli Değişimi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 513-518.

How to cite: Ersoy, E. & Ağırbaş, E. (2019). Long Term Variation of Precipitation along the Black Sea Coast of Turkey. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 513-518.

Öz: Bu çalışmada ülkemiz Karadeniz kıyılarından seçilen ve bölgenin iklimsel özelliklerini temsil edeceği düşünülen 7 ayrı noktadaki meteoroloji gözlem istasyonlarından elde edilen geçmiş yıllara ait yağış verilerinin uzun dönemli (1970-2018) meteorolojik analizi yapılmıştır. Ayrıca çalışmada yağış miktarlarının global iklimsel salınım indeks verileri ile ilişkileri incelenmiştir. Analizler sonucunda istasyonlara düşen toplam yağış miktarları 333 mm (Sinop, 1986) ile 3380 mm (Hopa, 2016) arasında değişim göstermiş istasyonlar arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Yıllık ölçekte yağış miktarlarında 0,08-0,43 mm'lik istatistiki olarak anlamlı bir artış tespit edilmiştir. İklimsel salınım indisleri ile yapılan regresyon analizleri neticesinde en iyi ilişki Kuzey Atlantik Salınım İndisi (NAO Index) ve Arktik Salınım İndisi (AO Index) ile Batı Havzasına ait yağış miktarları arasında elde edilmiştir. Güney salınım indisi (SO Index) ile istatistiki açıdan herhangi bir ilişki tespit edilememiş ve yağış verilerinin değerlendirilmesinde bölge için bir gösterge olamayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: İklim değişikliği, Karadeniz, meteoroloji, yağış.

Long Term Variation of Precipitation along the Black Sea Coast of Turkey

Abstract: In this study, the long-term (1970-2018) meteorological analysis of the rainfall data of the past years obtained from the meteorological observation stations at 7 different locations, which are selected from the Black Sea coasts and which are thought to represent the climatic characteristics of the region, were conducted. In addition, the relationship between the rainfall values and global climatic index data was examined. As a result of the analyses, the total rainfall per stations varied from 333 mm (Sinop, 1986) to 3380 mm (Hopa, 2016) with statistically differences. Annually, a statistically significant increase of 0.08-0.43 mm was observed in the amount of precipitation. As a result of regression analyses, the best correlation was found between North Atlantic Oscillation Index (NAO Index) and Arctic Oscillation Index (AO Index) and precipitation amounts of the Western Basin. No statistically significant relationship was found with the Southern Oscillation Index (SO), and it was concluded that SO Index wouldn't be an indicator for the region in the evaluation of precipitation data.

Keywords: Climate change, Black Sea, meteorology, precipitation.

GİRİŞ

Atmosferde bulunan su buharının yoğunlaşarak katı veya sıvı halde yeryüzüne düşmesi yağış olarak tanımlanır. Yağışlar su döngüsündeki değişkenliğin belli başlı kaynağıdır. Yağış miktarlarında oluşacak bu değişimler hidroloji ve su kaynakları için çok önemli sonuçlar doğurabilir. Meteorolojik parametrelerde (sıcaklık, yağış, buharlaşma vb.) meydana gelen değişimlerin sebeplerinin araştırılması mevcut su kaynaklarının planlanması ve yönetimi bakımından önem arz etmektedir. Son yıllarda olası etkileri araştırılmaya başlanan iklim değişikliği göz önünde bulundurulduğunda bu araştırmaların önemi daha da artmaktadır. İklimsel ve hidrolojik olarak büyük öneme sahip olan bu değişkenlerin sebep olduğu çevresel, sosyal ve ekonomik etki dünya üzerindeki yaşam koşullarını doğrudan etkilemektedir. Bu bağlamda, son yıllarda yapılan çalışmalar ile birlikte hidrometeorolojik değişkenler üzerinde büyük bir etkisi olan küresel atmosferik indeksler önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir.

Türkiye konum itibarıyla ekvatorial-tropik ve kuzey kutbu hava hareketlerinin arasında bulunduğu için meteorolojik olaylar genelde kararsız bir yapıda olma eğilimindedir. Türkiye yaz ve kış aylarında bahsi geçen hava hareketlerinin zaman zaman giriş yaptığı bir bölgedir. Kış aylarında kuzeyden gelen karasal ve denizsel karakterli kutupsal hava kütleleri Türkiye'ye giriş yaptığından, genel olarak hava soğuk, buharlaşma az ve yağışlar fazladır. Yaz aylarında ise güneyli tropik hava hareketlerinin etkisinden dolayı sıcaklık, nemlilik ve buharlaşma fazla, yağışlar ise azdır (Şen, 2003).

Günlük toplam yağış miktarı verileri, yağış şiddeti ve maksimum yağışlar açısından sel ve taşkın risk faktörleri konusunda önemli veri kaynakları oluşturur. Özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde Hopa, Rize ve Pazar istasyonlarında sonbahar mevsiminde meydana gelen ve yağışın miktarı açısından periyodik bir düzene sahip bu alandaki sel ve taşkın olaylarının tespiti, günlük yağışlar ile yakından ilgilidir. Bu alanda, çok kısa zaman dilimlerinde görülen maksimum yağışlar, bazen bir aylık ortalama toplam yağıştan çok daha yüksek değerlere ulaşmakta ve bu tür yağışların neticesinde da çoğu kez taşkınlar gerçekleşmektedir. Ayrıca bu durum, Ege bölgesinde Muğla ve Marmaris istasyonlarında, kış mevsiminde, orta enlem siklonlarının (cephesal sistemlerin), Orta Akdeniz üzerinden kuzeydoğuya hareketi esnasında da sıkça görülmektedir. Sel olayı günlük çok şiddetli ve ani sağanak yağışlardan sonra oluşabildiği gibi günlerce devam eden yağışlardan sonra da, geciken taşkınlar şeklinde de etkili olmaktadır (Yılmaz, 2008). Ekstrem hava olayları ile bağdaştırılan sel ve taşkın olaylarının önceden tahmin edilebilmesi can ve mal kayıplarını önemli ölçüde azaltacaktır. Türkiye'de ekstrem hava olayları toplamında 1960 ve 2000'li yıllarda önemli derecede artışlar olmuştur. Bu durumun ortaya çıkmasında ortalama sıcaklık sapması ile doğru orantılı olduğu gözlenmiştir (Şensoy vd., 2008).

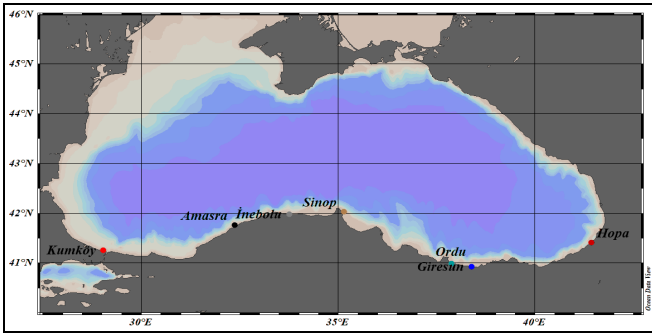
Akdeniz, Karasal İç Anadolu ve Karasal Akdeniz Bölgeleri, kış mevsiminde görülen yağışlarda düşüş gösteren başlıca bölgelerdir. Sonbahar mevsimindeki yağışlar ise, Türkiye'nin önemli bir bölümünde artmaktadır. Türkiye'de yağış azlığına bağlı olarak son 20-30 yıldır yaşanan uzun süreli kuraklıklarda, küresel hava sistemlerindeki değişikliklerin ve sapmaların etkili olabileceği söylenebilir. Ayrıca Kuzey Atlantik Salınımının (NAO) pozitif devreleri Türkiye'deki kurak dönemlerle oldukça uyumludur. NAO'nun yanı sıra, yapılan bazı çalışmalara göre, El-Nino sisteminin kuvvetli olduğu yıllarda ya da bir yıl sonrasında da özellikle kış yağışlarında benzerliklerle karşılaşmaktadır (Demir vd., 2008).

Hava sıcaklığı ile birlikte artan deniz yüzey sıcaklığı ve buna paralel olarak artan buharlaşma ekstrem olayları doğrudan etkilemektedir. Ekstrem yağışların sıklığı ve yoğunluğu bu şartlara bağlı olarak artış göstermektedir. Dünya genelinde yapılan birçok çalışma göstermektedir ki sıcaklık artışıyla birlikte her 1°C sıcaklık artışı için ekstrem yağışların %7 artacağı ve gelecekte de yağış şiddetlerinin iklim değişikliğine bağlı olarak artış göstereceği tahmin edilmektedir (Seneviratne vd., 2012). Sahip olduğu nehir sistemi ile Yakın Doğu'daki birçok ülkeye su sağlayan Türkiye bu bağlamda jeopolitik ve tarihsel öneme sahiptir. Ayrıca Orta Doğu su rezervlerindeki herhangi doğal ya da insan kaynaklı azalmaya karşı oldukça hassas bir durumda bulunmaktadır (Cullen ve deMenocal, 2000). Küresel ısınma iklim değişikliğinin açık göstergesi olması yanında yağış ve fırtına faaliyetlerinin bölgesel değişimleri de iklimde meydana gelen değişime sebep oluşturmaktadır. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (Inter Governmental Panel on Climate Change, IPCC 2001) son yıllarda sıcaklıklarda tespit edilen $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ bir artışın yağışlarda düzensizliğe ve yağış miktarlarında %1'lik artışa neden olacağını öngörmektedir.

Son dönemlerde gerek dünya genelinde ve gerekse ülkemizde görülen ekstrem hava olayları ve bunlara bağlı olarak meydana gelen aşırı yağışların takip edilmesi ileriye dönük olarak sel ve taşkınlarla mücadelede karar vericilerin ihtiyaç duyduğu temel verilerin hazırlanması, planlama açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda mevcut çalışmada Karadeniz'in Türkiye kıyılarının yağış miktarlarının meteorolojik yönden analiz edilerek uzun dönemli değişimlerinin iklimsel salınım indisleri ile olan ilişkisinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

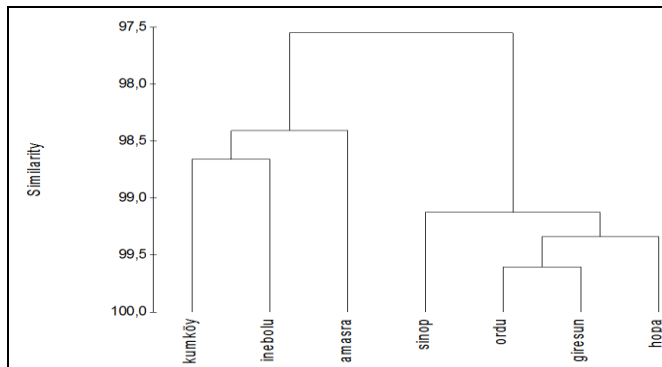
Bu çalışmada, Karadeniz'in Türkiye kıyılarında yer alan sırasıyla batıdan doğuya doğru; Kumköy, Amasra, İnebolu, Sinop, Ordu, Giresun ve Hopa Meteoroloji istasyon müdürlüklerince ölçülmüş uzun dönemli (1970-2018) yağış veri setleri kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma bölgesi ve meteorolojik ölçüm istasyonları.

Belirlenen istasyonlara ait meteorolojik veri setleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan gözlem, sayısal hava tahmin modelleri, uydu, radar verileri ile diğer meteorolojik gözlem verileri kalite kontrol ve format dönüşümleri yapıldıktan sonra arşivlenerek, Meteorolojik Veri Bilgi Sunum ve Satış Sistemi (MEVBİS; <http://mevbis.mgm.gov.tr>) üzerinden temin edilmiştir.

Çalışma alanında bulunan Meteoroloji Gözlem İstasyonlarından alınan veriler çerçevesinde benzerlik analizi yapılmıştır (PRIMER 5) (Şekil 2). Bu analizler sonucunda Kumköy, İnebolu ve Amasra'dan elde edilen meteorolojik veriler kendi aralarında benzerlik gösterirken; Sinop, Ordu, Giresun ve Hopa'dan elde edilen meteorolojik veriler ise birbirleri arasında benzer özellik sergilemiştir. Yapılan benzerlik analizi neticesinde Karadeniz, iklimsel özelliklerine göre Batı ve Doğu Havzası olmak üzere iki farklı bölgeye ayrılmıştır.



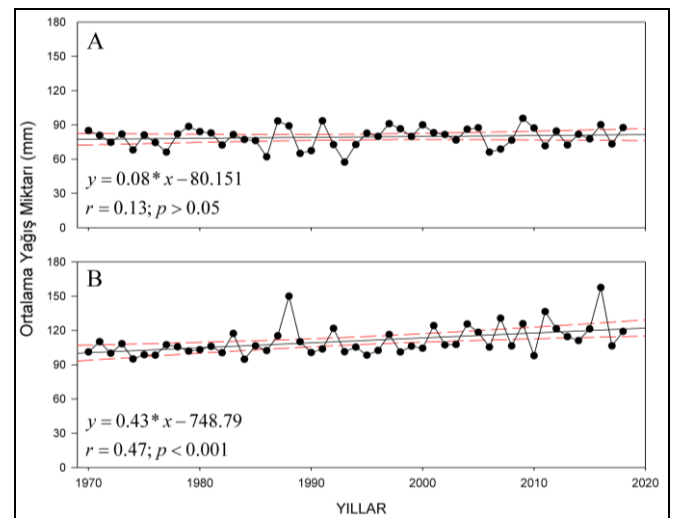
Şekil 2. Meteoroloji Gözlem İstasyonlarından Alınan Verilerin Benzerlik Analizi

İklimsel salınım indekslerinde; NAO (<https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/hurrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-station-based>), AO (https://www.daculaweather.com/4_ao_index.php) ve SO (<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/soi/>) indislerine ait veriler ilgili web sayfalarından temin edilmiştir.

Grafikler ve istatistiksel analizler SigmaPlot 11.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veri setleri için trend analiz lineer regresyon ile gerçekleştirilmiş olup istatistiki açıdan önem derecesi ise "Pearson Korelasyon" katsayısı (r) ile "p" değeri ile gösterilmiştir (Sokal and Rohlf, 1969)

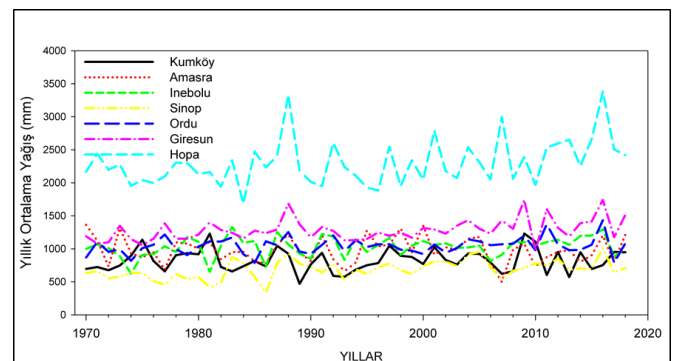
BULGULAR

Yağış Miktarları: Karadeniz'in uzun dönemli yağış miktarları verisi analiz edildiğinde; son 49 yıl içerisinde yağış miktarında bir artış olduğu ancak bu artışın Doğu Havza hariç istatistik açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Şekil 3). Regresyon analizleri yıllık bazda ortalama yağış miktarlarında 0,08-0,43 mm arasında bir artış olduğu ve genel olarak Doğu Havza'ya düşen toplam yağış miktarının Batı Havzadan yüksek olduğunu göstermiştir. Ancak istasyonlara tek tek değerlendirildiğinde; yıllara göre yağış miktarlarında önemli bir artış trendi tespit edilmemiştir, ancak Giresun ve Hopa istasyonlarında önemli artışlar görülmüştür. Genel anlamda istasyonların ortalama yağış miktarları 1000 mm'nin altında kalırken Giresun ve Hopa istasyonlarında 1000 mm'nin çok üstünde hatta 2000 mm'lere kadar ulaştığı tespit edilmiştir.



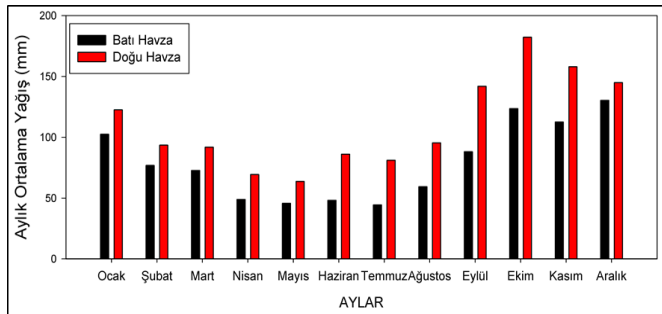
Şekil 3. Yıllara göre ortalama yağış miktarındaki değişim (A: Batı Havza, B: Doğu Havza).

İstasyonlara düşen toplam yağış miktarları 333 mm (Sinop, 1986) ile 3380 mm (Hopa, 2016) arasında değişim göstermiş (Şekil 4) ve yıllara göre istasyonlara düşen yağış miktarları arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$). Çalışma bölgesinde Hopa istasyonu (1685-3380 mm) diğer istasyonlara göre en fazla yağış alan istasyon olurken en az yağış alan istasyon Sinop (333-1009 mm) ve Kumköy (471-1231 mm) istasyonları olmuştur.



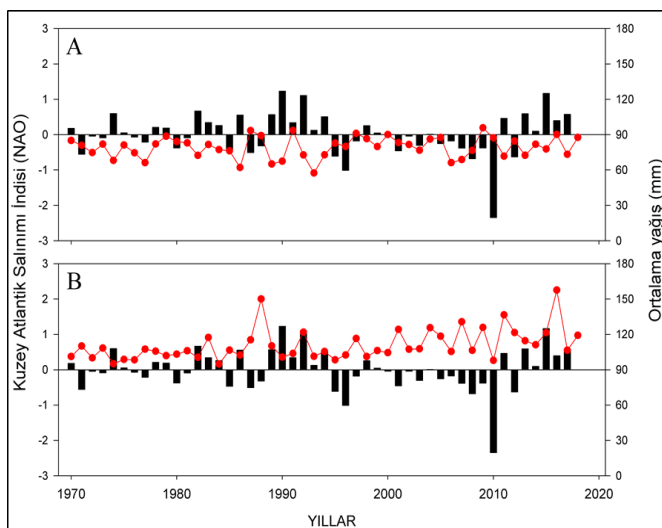
Şekil 4. Yıllara göre istasyonların toplam yağış miktarındaki değişim.

Çalışmanın yürütüldüğü dönem içerisinde aylık yağış ortalamaları açısından bir karşılaştırma yapıldığında Doğu Havza'nın ait aylık yağış ortalamasının Batı Havza'dan yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5) ve gözlemlenen bu farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür (t-testi, $p < 0,05$). Aylık ölçekte Batı Havza'da yağış miktarları 44 mm (Temmuz)-130 mm (Aralık) arasında değişim gösterirken Doğu Havza'da ise 64 mm (Mayıs)-182 mm (Ekim) arasında değişmiştir. Yağışların en düşük olduğu aylar genel anlamda Nisan-Mayıs-Haziran ayları olurken en yüksek yağışlar Eylül-Ekim-Kasım aylarında kaydedilmiştir.



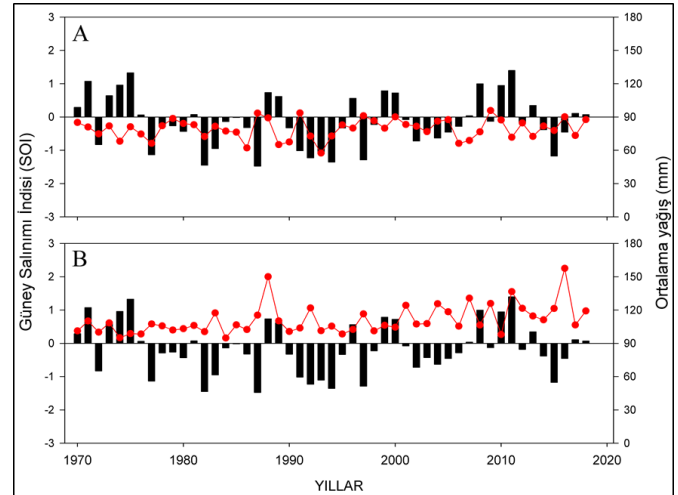
Şekil 5. Aylık ortalama yağış miktarındaki değişim.

Kuzey Atlantik Salınım İndisi (NAO Index): NAO indisi ile ortalama yağış miktarları değerlendirildiğinde, her iki havzada da negatif ve düzensiz ilişkiler tespit edilmiştir (Şekil 6). Batı Havzada 1980-1995 dönemi ve kısmen 2010 yılından sonra bir paralellik sözkonusu iken diğer dönemlerde ise negatif bir ilişki sözkonusudur. Doğu Havza ise 1985-1995 ve 2010-2018 dönemleri için benzer bir eğilim sergilerken ve diğer dönemlerde ise negatif bir ilişki sergilemiştir. Yapılan korelasyon analizlerinde Batı havza için NAO ile yağış miktarları arasında istatistik açıdan önemli ilişkiler (Spearman korelasyonu = -0,38; $p < 0,05$) tespit edilmiştir.



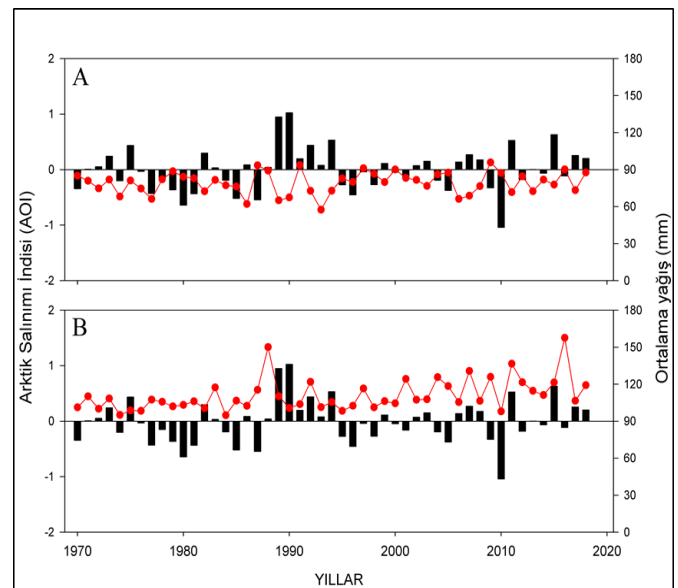
Şekil 6. Ortalama Yağış Miktarı ile Kuzey Atlantik Salınım İndisi arasındaki ilişki (A: Batı Havza, B:Doğu Havza, Bar grafiği: NAO indeksi, Çizgi grafiği: Ortalama yağış).

Güney Salınım İndisi (SO Index): SO indisi ile her iki havza için ortalama yağış miktarları arasında düzensiz bir ilişki görülmektedir (Şekil 7). Spearman korelasyon analizi yağış miktarı ile SO indisi arasında negatif ancak istatistiki açıdan önemli olmayan ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur (Spearman Korelasyonu, $p > 0,05$).



Şekil 7. Ortalama Yağış Miktarı ile Güney Salınım İndisi arasındaki ilişki (Bar grafiği: SO indeksi, Çizgi grafiği: Ortalama yağış).

Arktik Salınım İndisi (AO Index): AO indisi ile ortalama yağış miktarı ilişkilendirildiğinde, Batı Havzada 1990-2000'li yıllar arası hariç genel anlamda bir paralellik gösterdiği ve diğer dönemlerde ise negatif bir ilişki sergilediği tespit edilmiştir (Şekil 8). Doğu Havza ise 1990-1995 ve 2010-2018 dönemleri için benzer bir eğilim sergilerken ve diğer dönemlerde ise negatif bir ilişki sergilemiştir. Yapılan korelasyon analizlerinde Batı havza için AO ile yağış miktarları arasında istatistik açıdan önemli ilişkiler (Spearman korelasyonu = -0,48; $p < 0,001$) tespit edilmiştir.

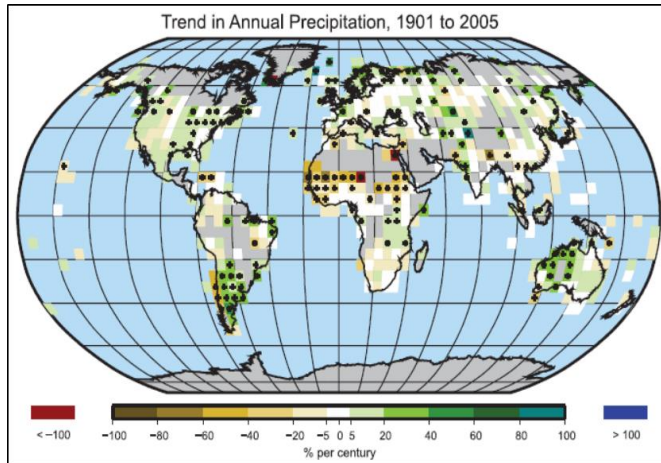


Şekil 8. Ortalama Yağış Miktarı ile Arktik Salınım İndisi arasındaki ilişki (Bar grafiği: AO indeksi, Çizgi grafiği: Ortalama yağış).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma ile Karadeniz Türkiye kıyılarında bulunan 7 adet meteoroloji gözlem istasyonundan alınan yağış veri setlerinde zaman içerisinde (1970-2018) bir değişim olup olmadığı araştırılmış ve elde edilen bulgular iklimsel salınım indisleri ile değerlendirilerek trend analizi uygulanmıştır.

Gerek küresel ve gerekse bölgesel ölçekte olsun iklim değişikliği beraberinde ekstrem hava olaylarının sıklığında, şiddetinde, bölgesel dağılışında, sürekliliğinde ve fenolojisinde değişiklikler olmasına neden olmaktadır. Trenberth vd. (2007), küresel yıllık yağış ortalamalarında alansal ve zamansal olarak önemli değişimler olduğunu rapor etmiştir. 1901-2005 dönemi için yıllık yağış miktarı kuzey yarımkürenin orta ve yüksek enlemlerinde yaklaşık %5-10 arasında artış gösterirken, Akdeniz Havzasının da yer aldığı subtropikal kuşağın büyük bir bölümünde yaklaşık %30 dolaylarında azalmalar gözlenmiştir (Şekil 9). Türkiye’de ise özellikle Akdeniz yağış rejiminin etkili olduğu bölgelerde toplam yağış miktarlarında belirgin bir azalma eğilimi tahmin edilmektedir (Türkeş, 2012).

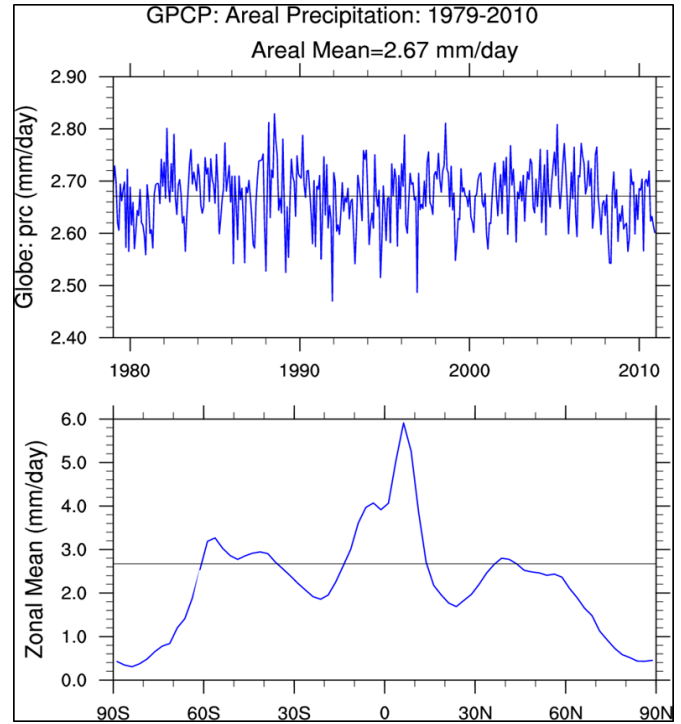


Şekil 9. 1901-2005 yılları arası kaydedilen yıllık yağış miktarlarındaki % değişim (Trenberth vd., 2007).

Başka bir çalışmada ise 1979-2010 dönemi için küresel yağış miktarını ortalama 2,67 mm/gün olarak rapor edilmiştir (Şekil 10, URL-1). Yağış miktarları yıllar içerisinde gerek alansal ve gerekse zamansal ölçekte önemli değişimler göstermiştir. Alansal olarak en fazla yağışı ekvator ve çevresi alırken en az yağışı yüksek enlemler almıştır. Kuzey yarı küre bahsi geçen zaman dilimi içerisinde ortalamanın altında yağış alırken Türkiye’nin de içinde yer aldığı coğrafi konum (36°-42° Kuzey) ise ortalamaya yakın ve artan miktarda yağış almıştır.

Mevcut çalışmada ise 1970-2018 dönemi için yıllık ortalama yağış miktarlarında 0,08-0,43 mm/yıl arasında bir artış olup bu değer 1979-2010 yılı için rapor edilen ortalamanın (2,67 mm) çok altındadır. Ancak yapılan analizler son dönemlerde özellikle Doğu Havza’ya düşen toplam yağış miktarının Batı Havzadan yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Havzaların yıllık toplam yağış miktarları

değerlendirildiğinde; Batı Havza 689-1149 mm (ortalama 953 mm) arasında değişen miktarda yağış alırken Doğu Havza 1137-1891 mm (ortalama 1330 mm) arasında yağış almıştır.



Şekil 10. 1979-2010 yılları arası kaydedilen günlük ortalama yağış miktarlarındaki alansal ve zamansal değişim (URL-1).

İklimsel salınım indisleri ile yapılan regresyon analizleri neticesinde en iyi ilişki NAO ve AO ile Batı Havzaya ait yağış miktarları arasında elde edilmiştir. Güney salınım indisi ile istatistik açıdan herhangi bir ilişki tespit edilememiş ve yağış verilerinin değerlendirilmesinde bölge için bir gösterge olamayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Rodó vd. (1997), güney salınımı ve NAO’nun İber Yarımadası’ndaki yağış rejimine etki ettiğini rapor etmişlerdir. Aynı araştırma grubu NAO’nun etkisinin yirminci yüzyıl boyunca sürdüğünü ancak güney salınımının ise özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısından sonra etkili olduğunu belirtmiştir. Türkiye’nin yağış miktarları açısından güney salınımının güney kesimlerinde değişimlere neden olduğunun ve bu bölgelerde kış mevsiminde yağışlarda azalmaların olacağını öngörülmektedir (Kadioglu vd.,1999). NAO, Türkiye iklimini özellikle yağışlı dönemler olan kış ve ilkbahar aylarında etkileyen bölgesel ölçekte bir salınım sistemidir. Bu anlamda Türkiye’de yağış/kuraklık olaylarını da etkileyen bir salınım olarak değerlendirilmelidir.

Türkeş vd., (2007) iklim değişikliğinin en belirgin ve görece olarak daha kolay belirlenen sonuçlarından birisi olan küresel ısınmanın Türkiye’de etkili olduğunu rapor etmiştir. Türkiye’de yıllık yağış miktarı ve yağış yoğunluğu miktarlarında özellikle Akdeniz ve Karadeniz yağış rejimi bölgelerinde kuvvetli azalmalar olacağı öngörülmektedir. Aksine mevcut çalışmada 1970-2018 dönemi içerisinde çalışma bölgesinde yağış miktarlarının ve özellikle de Doğu

Havza'da önemli oranda arttığı tespit edilmiştir. Bu artış 2000'li yıllardan sonra kendini daha da hissettirmiştir. IPCC tarafından yayınlanan 5. rapora (AR5) göre Türkiye'nin de içinde bulunduğu bölgeyle ilgili olarak farklı senaryolar kullanılarak yapılan çalışmalarda yağış miktarları Türkiye'nin güney kısımlarında azalacaktır. Kuzey ve özellikle kuzeydoğu kısımlarında ise bir miktar artabilir (Şen, 2013). Rapor bulguları mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlarla tutarlılık göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular çalışma bölgesinde önemli değişimlerin olduğunun bir göstergesidir. Ancak bunu kesin olarak söyleyebilmek için bölgenin çok daha yönlü (multi-disipliner) olarak çalışması gerekliliği öne çıkmaktadır. Aynı zamanda Karadeniz sahip olduğu kendine has dinamikleri ile sürekli izlenmesi gereken bir deniz özelliğindedir. Bütün dünyada özellikle son yıllarda iklim değişimini araştırılmasına yönelik çalışmalar giderek artmaktadır. Ülkemizde de bu çalışmaların artması hali hazırda var olan kaynakların ve ileride yapılacak projelerin belirlenmesinde etkili olacaktır. Gelecekte iklim sisteminde meydana gelebilecek olası değişikliklerin boyutları ve etkilerinin kestirilmesi, uyum çabaları, uyum araçları ve politikaların geliştirilmesi için iklim simülasyonlarının rolü ve önemi artmaktadır.

KAYNAKLAR

- Cullen, H.M. & deMenocal, P.B. (2000).** North Atlantic influence on tigris-euphrates streamflow. *International Journal of Climatology*, **20**, 853-869.
- Demir, İ., Gönül, K., Mustafa, C. & Sümer, U.M. (2008).** "Türkiye'de maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklıkları ile yağış dizilerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimler", *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Ankara 13-14 Mart 2008, TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, Ankara 2008, 69-84.
- IPCC. (2001).** Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Kadioglu, M., Tulunay, Y. & Borhan, Y. (1999).** Variability of Turkish precipitation compared to El Nino events. *Geophysical Research Letters*, **26**(11), 1597-1600.
- Rodo, X., Baert, E. & Comin, F. (1997).** Variations in seasonal rainfall in Southern Europe during the present century: relationships with the North Atlantic Oscillation and the El Niño-Southern Oscillation. *Climate Dynamics*, **13**(4), 275-284.

- Seneviratne, S. I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C. M., Kanae, S., Kossin, J. & Zwiers, F.W. (2012).** *Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment*. In managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: Special report of the intergovernmental panel on climate change (Vol. 9781107025066, 109-230pp.). Cambridge University Press.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1969).** *Biometry*. W. A. Freeman and Company. San Francisco, 340pp.
- Şen, Z. (2003).** *Su bilimi ve yöntemleri*. Su Vakfı Yayınları, 266, İstanbul.
- Şen, Ö.L. (2013).** *IPCC'nin son raporu ışığında Türkiye'de iklim değişikliği, olası etkileri ve çözüm önerileri, iklim değişikliğinde son gelişmeler: IPCC 2013 Raporu*, Sabancı Üniversitesi İPM, İstanbul.
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, Y. & Balta, İ. (2008).** "Türkiye iklimi", Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Trenberth, K.E. & Jones, P.D. (2007).** *Observations: surface and atmospheric climate change*. In: *climate change 2007: The physical science basis. contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (Eds. S. Solomon, et al.), Cambridge University Press: Cambridge.
- Türkeş, M., Koç, T. & Sarış, F. (2007).** Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi. *A.Ü. TÜCAUM Coğrafi Bilimler Dergisi*, **5**(1), 57-73.
- Türkeş, M. (2012).** Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, **4**(2), 1-32.
- Yılmaz, F. (2008).** Antalya'nın günlük yağış özellikleri ve şiddetli yağışların doğal afetler üzerine etkisi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, **10**(1).
- URL-1:** <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/gpcp-monthly-global-precipitation-climatology-project>.

*Corresponding author's:

Ertuğrul AĞIRBAŞ

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

✉E-mail: ertugrul.agirbas@erdogan.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-7987-9668>

Telefon : +90 (464) 223 33 85

Faks : +90 (464) 223 41 18

GSM : +90 (553) 477 91 43

Filyos Nehri'nin Fiziksel Su Kalitesi Parametrelerinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi

Serhat KÜÇÜKALİ

¹Hacettepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06800, Ankara, Türkiye.
<https://orcid.org/0000-0002-5867-3270>

Received date: 23.10.2019

Accepted date: 11.12.2019

Atf yapmak için: Küçükali, S. (2019). Filyos Nehri'nin Fiziksel Su Kalitesi Parametrelerinin İstatistiksel Olarak İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 519-524.

How to cite: Küçükali, S. (2019). Statistical Investigation of Filyos River Physical Water Quality Parameters. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 519-524.

Öz: Filyos Nehri Batı Karadeniz Bölgesi'nde 13300 km²'lik havza alanı ve 312 km'lik uzunluğuyla 41°- 42° 10'E boylamları ve 31° 75'-33°N enlemleri arasında uzanmaktadır. Devrek ve Yenice ırmaklarının birleşimiyle oluşan Filyos Nehri Çaycuma Vadisi'nden geçerek, birleşim noktasından 34 km sonra Hisarönü'nde denize dökülür. Filyos Nehri yıllık ortalama 2.9 km³/yıl su ve 4.2 milyon ton/yıl sediment taşımaktadır. Aylık ortalama en büyük debi 219.13 m³/s değeriyle Nisan ayında, en düşük debi ise 18.03 m³/sn değeriyle Eylül ayında gözlenmektedir. Bu çalışmada Filyos Nehri ve yan kollarına ait debi, akarsu sıcaklığı ve askıdaki sediment taşınım miktarı istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan veriler Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nden 1966-2005 yıllarını kapsayan veri dizisinden alınmıştır. Filyos Nehri'ndeki debinin 2/3'ünü Yenice Irmağı'ndan; 1/3'ünün ise Devrek Irmağı'ndan geldiği gösterilmiştir. Filyos Nehri'nde debi görülme olasılığı eksponansiyel olarak azalan bir fonksiyon sergilemiş ve debi değerleri %70 oranında 0-100 m³/s arasında dağılım göstermiştir. Kış mevsiminde ortalama akarsu sıcaklığı 5.3 °C, yaz mevsiminde ise 20.6 °C olmaktadır. Aylık ortalama akarsu sıcaklığı ortalama hava sıcaklığıyla lineer; askıda taşınan sediment miktarı ise debinin 1.6-2.1 arasında değişen kuvvetleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen regresyon denklemleri Filyos Nehri'yle ilgili eksik verilerin tamamlanmasında ve nehrin su kalitesi parametrelerinin tahmininde kullanılabilir.

Anahtar sözcükler: Akarsu sıcaklığı, debi, Filyos Nehri, sediment taşınımı, su kalitesi.

Statistical Investigation of Filyos River Physical Water Quality Parameters

Abstract: Filyos River with a drainage area of 13300 km² and length of 312 km extended over 41°- 42° 10'E longitude and 31° 75'-33° N latitudes. Filyos River has two major tributaries namely Devrek and Yenice River. After the junction of these two rivers, Filyos River follows 34 km through the Caycuma plain with a gradient about 0.0007 and discharges into the Black Sea in Hisaronu. Filyos River carries in average 2.9 km³/year water and 4.2 million ton/year sediment. In this study, Filyos River and its major tributaries discharge, temperature and suspended sediment transport rate characteristics have been statistically investigated. These parameters spatial and temporal variation have crucial importance for river planning and development. The data were obtained from Turkish General Directorate of Electrical Power (EIE) and Turkish General Directorate of State Hydraulics Works. EIE made measurements once a month and three water quality stations of EIE covering the years of 1966-2005 have been analyzed. It has been shown that Filyos River 2/3 discharge comes from Yenice River and 1/3 comes from Devrek River. The probability density function of the discharge exhibits an decreasing exponential function and 70% of the discharge distributes in the range of 0-100 m³/s. The water quality data indicate that the river temperature was under the control of air temperature. In winter average river temperature has a value of 5.3 °C, while in summer has a value of 20.6 °C. Filyos River suspended sediment transport rate has been related with the 2.1 power of the discharge. It was shown that the same trend continues for the Filyos River tributaries. The regression equations presented in this paper could be used to complete the deficient data and predict the Filyos River water quality parameters.

Keywords: Discharge, Filyos river, river temperature, sediment transport, water quality.

GİRİŞ

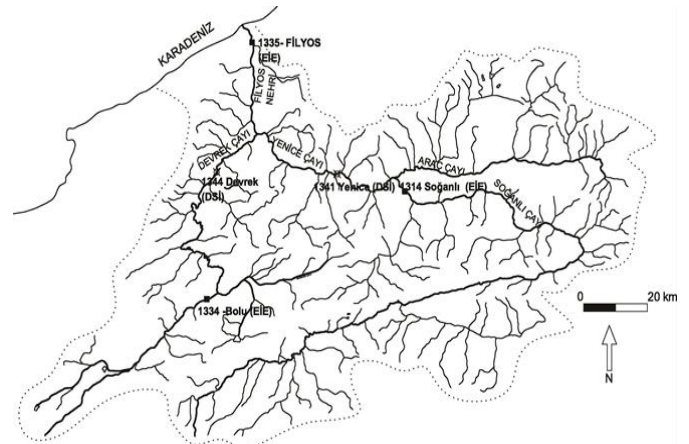
Günümüzde akarsuların dünya ölçeğinde insan faaliyetleri sonucunda en çok kirlenen ekosistemlerden biri olduğu kabul edilmektedir (Malmqvist ve Rundle, 2002). Akarsuların en önemli su kalitesi parametrelerinden bazıları debisi, sıcaklığı ve birim zamanda taşıdığı sediment miktarı olarak özetlenebilir (Frazer vd., 1995). Akarsulardaki debinin zamansal ve mekansal değişiminin bilinmesiyle; sel ve kuraklık gibi doğal afetlere karşı önlem alınabilmekte ve hidroelektrik enerji üretimi hesaplanabilmektedir. Akarsu sıcaklığı ise su içerisinde gerçekleşen birçok kimyasal reaksiyonu doğrudan etkilemekte ve suda yaşayan canlılar için yaşamsal öneme sahip çözünmüş oksijen konsantrasyonu direkt olarak kontrol etmektedir (Kucukali vd., 2006). Yapılan çalışmalar aylık ortalama akarsu sıcaklığının hava sıcaklığının kontrolünde olduğunu göstermektedir (Stefan ve Preud'homme, 1993; Kucukali, 2007). Akarsularda taşınan sediment miktarı ise akarsu morfolojisini belirleyen en temel etkidir. Bagnold (1977) akarsuda tabanda taşınan sediment miktarını akarsu gücünün 1.5'inci kuvvetiyle; Van Rijn (2007) ise tabanda taşınan sediment miktarını, kesitsel ortalama akarsu hızının 2.5'inci kuvvetiyle ilişkilendirmiştir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'nin yürürlüğe girmesiyle birlikte, akarsuların ekolojik durumunun değerlendirilmesi büyük önem kazanmıştır. Akarsu sıcaklığının ve askıda taşınan sediment miktarının akarsulardaki iyi ekolojik koşulların değerlendirilmesi açısından önemli parametreler olduğu bilinmektedir (Halleraker vd., 2016). Ayrıca akarsularda balık göç hareketleri açısından akarsu sıcaklığının temel uyaranlardan bir tanesi olduğu yapılan saha çalışmalarında ortaya konmaktadır (Kucukali vd., 2019).

Türkiye Akarsuları toplam 26 adet havza alanına bölünmüştür. Bu çalışmada incelenecek olan Filyos Nehri'nin içinde bulunduğu Batı Karadeniz Havzası, Türkiye'deki 5. büyük akış potansiyeline sahip akarsu havzasıdır. Bundan başka havza alanı üzerinde Bartın Akarsuyu, Devrekani Çayı ve Karasu Irmağı bulunmaktadır. Filyos Nehri 13300 km²'lik su toplama alanı ve 312 km'lik uzunluğuyla 41°- 42° 10'E boylamları ve 31° 75'-33° N enlemleri arasında uzanmaktadır. Filyos havzası Zonguldak, Bolu, Karabük, Çankırı ve Kastamonu illerini kapsamaktadır. Havza üzerinde kıyı kesimlerinde yıllık ortalama yağış miktarı 1200 mm mertebesinde, iç kesimlere doğru gidildikçe bu değer 600 mm mertebesine gerilemektedir. Filyos havza alanının yaklaşık olarak yarısı 1000-1500 m arasındaki yükseltide dağılım göstermektedir. Filyos havzasının %70'lik kısmı dağlıktır ve bu alanlar ormanlarla kaplıdır. Buda Filyos Nehri'nin yan kollarında yüksek taban eğimli dağ akarsuların oluşmasına yol açmaktadır.

Filyos Nehri iki ana koldan oluşmaktadır. Bunlardan ilki Devrek Irmağı (Kaynağı Bolu Dağı, 1600m), ikincisi ise Soğanlı ve Araç Çayı'nın (Kaynağı Ilgaz Dağı, 2400 m) birleşmesiyle oluşan Yenice Irmağıdır (Şekil 1). Bu iki akarsuyun birleşimiyle oluşan Filyos Nehri Çaycuma

Vadisi'nden geçerek, birleşim noktasından 34 km sonra yaklaşık 0.7 m/km taban eğimiyle Hisarönü'nde denize dökülür. Akarsu Havzasının 3227 km²'lik alanı Devrek kolunda, 9026 km²'lik alanı ise Yenice kolunda bulunmaktadır. Filyos Nehri yıllık ortalama 2.9 km³/yıl su ve 4.2 milyon ton/yıl sediment taşımaktadır (Kucukali, 2016).

Filyos Nehri'yle ilgili olarak uzaktan algılama yöntemiyle ilgili çalışmalar yürütülmüştür (Büyüksalih vd., 2005; Şeker vd., 2005). Bu çalışmalarda akarsuyun menderes yapısı ve yatak değişimi elde edilen uydu görüntüleriyle incelenmiştir. Fakat, literatürde Filyos Nehri'nin akım ve su kalitesi parametrelerini detaylı olarak inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada Filyos Nehri ve yan kollarına ait: debi, akarsu sıcaklığı ve askıda birim zamanda taşınan sediment miktarı gibi akarsuya ait parametreler istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu çalışmanın ileride Filyos Nehri üzerine yapılacak planlama ve projelerde faydalı olacağına inanılmaktadır.

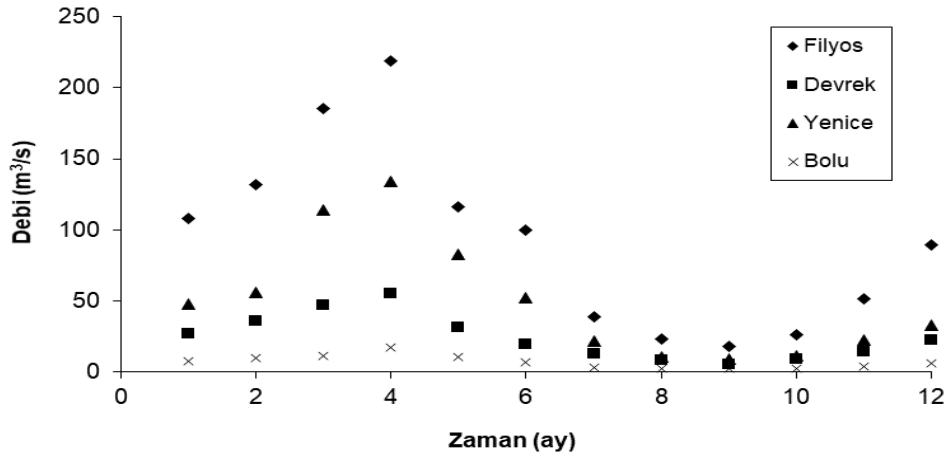


Şekil 1. Filyos Havzası ve çalışmada kullanılan akarsu ölçüm istasyonları.

MATERYAL ve METOT

Filyos Nehri üzerinde Devlet Su İşleri (DSİ), Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE)'nin akım gözlem istasyonları bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında verileri kullanılan istasyonlar Şekil 1'de gösterilmiş ve bu istasyonlara ait özellikler Tablo 1'de sunulmuştur. Akarsu sıcaklığı ve sediment ölçümleri EİE'nin 1335-Filyos, 1334-Bolu ve 1314-Soğanlı istasyonlarından alınmıştır. EİE istasyonlarından alınan veriler 1975-2005 yılları arasındaki yapılmış ölçümleri kapsamaktadır. İEİ tarafından askı sediment yükü ölçümünde derinlik entegrasyonu yöntemi kullanılmaktadır (DSİ, 2019). Nehir kesitinden askı sediment yükü örneklerinin alınmasında, uluslararası standartlara uygun olan US.DH-48 ve US.D-49 tipi numune alma aletleri kullanılmaktadır. Sediment ölçümü yapıldığı zamanki debi büyüklükleri akarsu kesitinde farklı noktalarda mulineyle yapılan hız ölçümlerinden elde edilmektedir. İstasyonlara ait

kütüklerde istasyon ismi, istasyonun koordinatları, bulunduğu ilçe veya köy isimleri, havzanın brüt ve net alanı, gözlem yılları, ortalama sediment dane dağılımı, ortalama sediment miktarı ve sediment verimi konularındaki bilgiler verilmektedir. Veri kütüğünde ise sırasıyla; örnek alma tarihi, debi (m^3/s) miktarı, taşınan sediment miktarı (ton/gün) ve konsantrasyonu (ppm), su sıcaklığı ($^{\circ}C$), örnek ağırlığı(su+sed.)(kg), sediment ağırlığı (kum+silt ve kum)(gr), örneklerdeki toplam kum yüzdeleri, tüm ölçüm süresi içinde alınan veriler için toplam, ortalama, maksimum ve minimum değerler bulunmaktadır. EİE akarsularında ayda bir askıda sediment ölçüm yapmakta ve bu ölçüm değerleri o ayı temsil eden değerler olarak alınmıştır. Aylık ortalama hava sıcaklığı verileri Devlet Meteoroloji İşleri'nden (DMİ) 1975-2005 yıllarını kapsayan Zonguldak, Bolu, Karabük illerindeki istasyonlarından alınmıştır. DMİ hava sıcaklığını, direnç termometre (RTD) ile ölçmektedir. DMİ 'den alınan veri kütüklerinde ise; hava sıcaklıkları günlük ve aylık ortalamalar şeklinde bulunmaktadır. Tüm verilerin kullanılmasıyla ilgili gerekli olan izinler alınmıştır. Eldeki bu verileri dayanarak, Filyos Nehri ve yan kollarının akım karakteristiklerini, akarsu sıcaklığını ve birim zamanda taşıdığı sediment miktarını tahmin eden regresyon denklemleri elde edilmiştir.



Şekil 2. Filyos Nehri ana ve yan kolların uzun süreli aylık ortalama debilerinin zamanla değişimi.

Burada, Q (m^3/s) debiyi, R^2 ise determinasyon katsayısını göstermektedir. Denklem (1)'den görüldüğü üzere, Filyos Nehri Yenice Irmağı'ndan yaklaşık 1.5 kat, Devrek Irmağı'ndan ise yaklaşık 4 kat büyüklüğünde debi geçirmektedir. Bu regresyon denklemleri eksik olan debi değerlerinin tamamlanmasında kullanılabilir.

Şekil 3'de Filyos Nehri'ndeki debinin zaman serisi gösterilmiştir. Bu veri dizisi 1966-2005 yılları arasında kapsamaktadır. Şekil 3 incelendiğinde, debinin zamana bağlı olarak büyük düzensizlik ve rasgelelik sergilediği görülmektedir. Debi değerleri $5.4-1055 m^3/s$ arasında değişim göstermiş; ölçülen en büyük debi 1992 Mart ayında $1055 m^3/s$ olarak gözlenmiştir. Yıllık ortalama akım 92.4

Tablo 1. Çalışmada kullanılan akarsu istasyonlarının özellikleri.

İstasyon Adı_No	Kuruluş Adı	Koordinat	Rakım	Gözlem Süresi
1341 Yenice	DSİ	41°12'N-32°24'E	150 (m)	1978-2005
1344 Devrek	DSİ	41°13'N-31°57'E	250 (m)	1982-2005
1314-Soganlı	EİE	32° 38' 32" D - 41° 10' 11" K	271(m)	1966-2005
1335-Filyos	EİE	32° 4' 44" D - 41° 32' 49" K	2 (m)	1966-2005
1334-Bolu	EİE	31° 55' 47" D - 40° 53' 11" K	541 (m)	1966-2005

BULGULAR

Debi: Filyos Nehri'nde aylık ortama akım miktarları mevsimlere göre büyük farklılık gösterir. Sene içerisinde en büyük aylık ortalama debi $219 m^3/s$ değeriyle nisan ayında, en düşük debi ise $18 m^3/s$ değeriyle eylül ayında gözlenmektedir.

Aynı eğilim Filyos Akarsuyu'nun yan kolları içinde geçerlidir (Şekil 2). Filyos Nehri'ne en büyük katkı Yenice Irmağı'ndan gelmektedir. Akarsuların ana ve yan kolları debileri arasındaki ilişkiyi en iyi temsil eden eğrilerin denklemi şu şekilde elde edilmiştir,

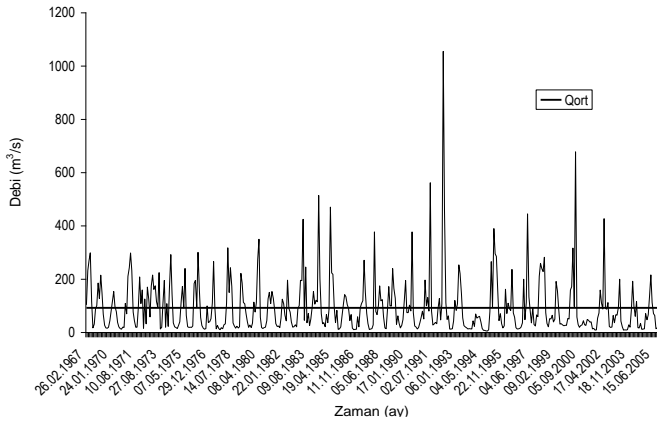
$$Q_{filyos} = 1,5Q_{yenice} + 17 \quad (R^2 = 0.93) \quad (1a)$$

$$Q_{filyos} = 4Q_{devrek} - 5.2 \quad (R^2 = 0.98) \quad (1b)$$

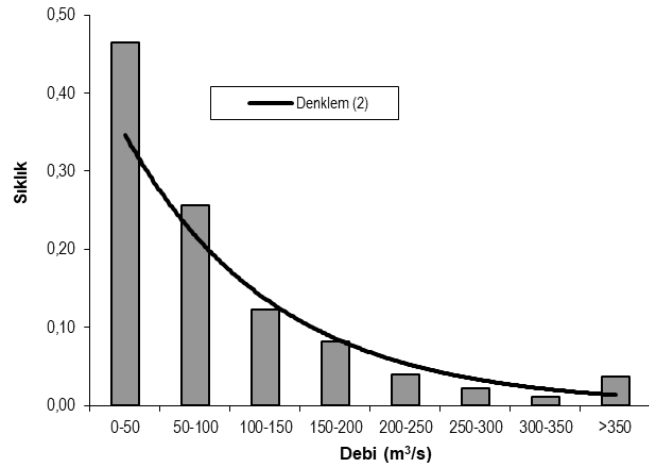
m^3/s ve standart sapma $109.2 m^3/s$ olarak hesaplanmıştır. Standart sapmanın ortalama değerden büyük olması olaydaki stokastik süreci işaret etmektedir. Şekil 4'de debinin farklı değer aralıklarındaki görülme sıklıkları histogram olarak verilmiştir. Debi değerlerinin %70 oranında görülme olasılığı $0 - 100 m^3/s$ arasında yer almaktadır. Bu gidişi en iyi temsil eden eğrinin denklemi;

$$Q(f) = 0.55 \times \exp(-0.46Q) \quad (R^2 = 0.83) \quad (2)$$

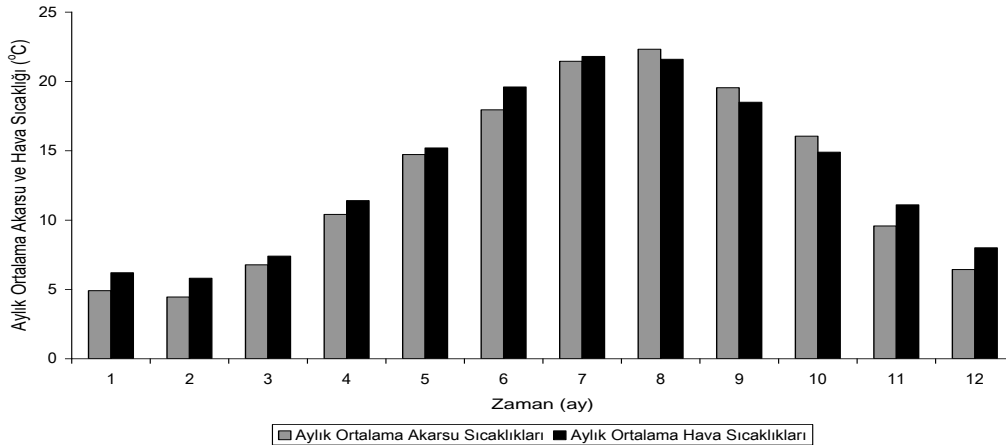
olarak elde edilmiştir. Burada, $Q(f)$ debinin görülme olasılığını göstermektedir.



Şekil 3. Filyos Nehri debi zaman serisi (1966-2005)



Şekil 4. Filyos Nehri debi sıklık histogramı



Şekil 5. Filyos Nehri aylık hava ve akarsu sıcaklıklarının aylara göre değişimi.

Askıda taşınan sediment miktarı: Şekil 7'de Filyos Nehri'nin taşıdığı askıda taşınan sediment miktarı, debinin fonksiyonu olarak logaritmik ölçekte noktalanmıştır. Bu ilişkiyi en iyi temsil eden eğrinin denklemi,

$$Q_s = 0.002 \times Q^{2.1083} \quad (R^2 = 0.83) \quad (4)$$

olarak elde edilmiştir. Burada Q_s (kg/s) birim zamanda askıda taşınan sediment miktarını göstermektedir.

Akarsu sıcaklığı: Şekil 5'de Filyos Nehri'nin aylık ortalama akarsu sıcaklığıyla, Zonguldak'taki aylık ortalama hava sıcaklığının sene boyunca ki değişimi birlikte verilmiştir. En yüksek akarsu sıcaklığı 22.3 °C ile ağustos ayında, en düşük akarsu sıcaklığı ise 4.5 °C ile şubat ayında gözlenmiştir. Kış mevsiminde ortalama akarsu sıcaklığı 5.3 °C, yaz mevsiminde ise 20.6 °C olmaktadır. Şekil 5 incelendiğinde yılın ilk altı aylık döneminde hava sıcaklıklarının akarsu sıcaklıklarından yüksek değerler aldığı ve yılın ikinci yarısında ise akarsu sıcaklıklarının hava sıcaklıklarından daha yüksek değerler aldığı görülmektedir. Nisan ayında ortalama nehir sıcaklığı 10.4 °C ve hava sıcaklığı 11.4 °C iken; bu değerler ekim ayında nehir için 16 °C ve hava için 14.9 °C olmaktadır.

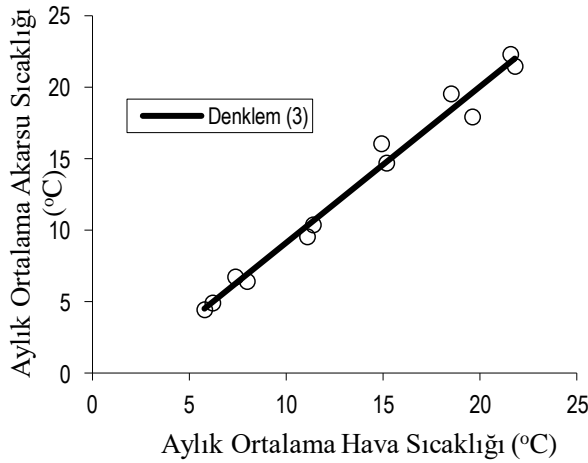
Şekil 6'da aylık ortalama akarsu sıcaklığı hava sıcaklığının fonksiyonu olarak noktalanmış ve;

$$T_{su} = 1.09 \times T_a - 1.83 \quad (R^2 = 0.98) \quad (3)$$

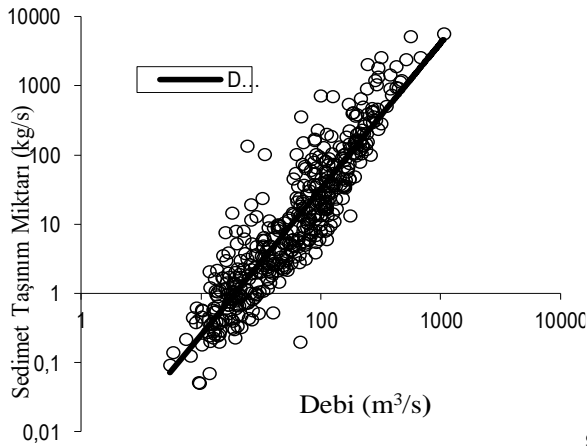
denklemini elde edilmiştir. Burada T_{su} (°C) aylık ortalama akarsu sıcaklığı, T_a (°C) ise aylık ortalama hava sıcaklığını göstermektedir. Filyos Nehri sıcaklığının hava sıcaklığının birinci dereceden fonksiyonu olduğu Denklem (3)'den görülmektedir.

Daha önce yapılmış çalışmalarda ortaya koyduğu gibi sediment taşınımı debinin birinci dereceden fonksiyonudur. Debinin artması ile askıda taşınan sediment miktarı da artmaktadır. Bagnold (1977) yaptığı çalışmada, tabanda taşınan sediment miktarını debinin 1.5'inci kuvvetiyle ilişkilendirmiştir (taban eğiminin sabit olduğu kabulü yapılırsa). Bu çalışmada ise askıda taşınan sediment miktarı Denklem (4)'den görüldüğü gibi, debinin 2.1 kuvvetiyle korele edilmiştir.

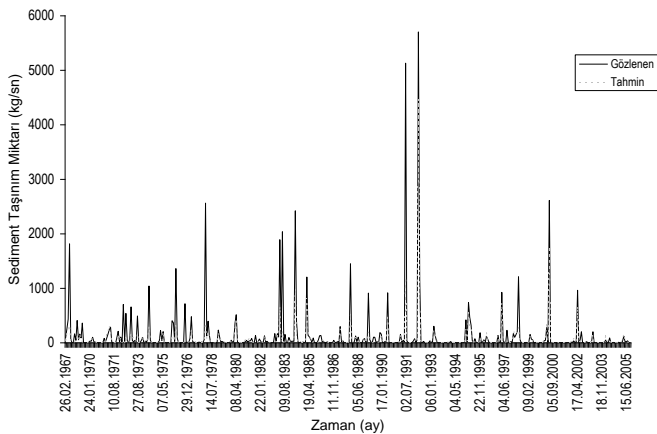
Askıdaki sediment miktarı zaman serisi olarak Şekil 7 'de, Denklem 4'le tahmin edilen değerlerle birlikte sunulmuştur. Şekil incelendiğinde, Denklem (4) ile tahmin edilen değerlerin tutarlı sonuçlar verdiği ve olayın dinamik yapısını yakaladığı görülmektedir.



Şekil 6. Filyos Nehri aylık ortalama akarsu sıcaklığıyla hava sıcaklığının değişimi.



Şekil 7. Filyos Nehri askıdaki sediment taşınım miktarının debi ile logaritmik ölçekte değişimi.



Şekil 8. Filyos Nehri askıdaki sediment taşınım miktarının zaman serisi ve regresyon denklemiyle tahmin edilen değerleri.

Son olarak, Filyos Nehri ve yan kollarına ait fiziksel özelliklerini tahmin eden regresyon denklemleri Tablo 2'de özetlenmiştir. Tablo 2'den Filyos Nehri'nin yan kollarında ana koldakine benzer eğilimin devam ettiği görülmektedir.

Tablo 2. Bu çalışmada elde edilen regresyon denklemleri

Akarsu ismi	Elde edilen denklem	Determinasyon katsayısı
Filyos	$Q(f) = 0.55 \times \exp(-0.465 \times Q)$	$R^2 = 0.83$
	$T_{su} = 1.09 \times T_a - 1.83$	$R^2 = 0.98$
	$Q_s = 0.002 \times Q^{2.108}$	$R^2 = 0.83$
Bolu	$Q(f) = 0.779 \times \exp(-0.651 \times Q)$	$R^2 = 0.95$
	$T_{su} = 0.87 \times T_a + 2.28$	$R^2 = 0.96$
	$Q_s = 0.024 \times Q^{1.617}$	$R^2 = 0.76$
Soğanlı	$Q(f) = 0.665 \times \exp(-0.695 \times Q)$	$R^2 = 0.83$
	$T_{su} = 0.91 \times T_a + 0.24$	$R^2 = 0.96$
	$Q_s = 0.030 \times Q^{1.791}$	$R^2 = 0.76$

Açıklamalar: $Q(f)$ = Debi görülme olasılığı, Q (m³/s) = Debi, T_{su} (°C) = Aylık ortalama akarsu sıcaklığı, T_a (°C) = Aylık ortalama hava sıcaklığı, Q_s (kg/s) = Birim zamanda askıda taşınan sediment miktarı

SONUÇLAR

Bu çalışmada Filyos Nehir kollarına ve havzasına ait bilgiler toplanmış, EİE tarafından Filyos, Bolu ve Soğanlı istasyonlarında ölçülmüş olan debi, akarsu sıcaklığı ve askıdaki sediment taşınım miktarları istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar maddeler halinde şu şekilde özetlenebilir:

1) Filyos Nehri'nde debi değerleri 5.4–1055 m³/s arasında değişim göstermektedir. Yıl içerisindeki en büyük ortalama aylık debi Nisan ayında 219.13 m³/s, en düşük aylık ortalama debi ise Eylül ayında 18.03 m³/sn olarak hesaplanmıştır. Filyos Nehri'ndeki debinin 2/3'ünü Yenice Irmağı'ndan; 1/3'ünün ise Devrek Irmağı'ndan geldiği gösterilmiştir.

2) Filyos Nehri'nde debi görülme olasılığı eksponansiyel olarak azalan bir fonksiyon sergilemiş ve süreci temsil eden regresyon denklemi elde edilmiştir.

3) Aylık ortalama akarsu sıcaklığı hava sıcaklıklarıyla lineer olarak ilişkilendirilmiştir. En yüksek aylık ortalama akarsu sıcaklığı 22.3 °C ile Ağustos ayında, en düşük akarsu sıcaklığı ise 4.5 °C ile Şubat ayında gözlenmiştir.

4) Filyos Nehri ve yan kollarındaki askıdaki sediment taşınım miktarı (kg/s) debinin (m³/s) 1.6-2.1 arasında değişen kuvvetleriyle ilişkilendirilmiştir.

KAYNAKLAR

Bagnold, R.A., (1977). Bed-load transport by natural rivers, *Water Resources Research*, **13**, 303-312.

- Büyüksalih, İ., Akçin, H., Sefercik, U. G., Karakiş, S., & Marangoz, A., (2005).** Batı Karadeniz Sahil Bölgesindeki Filyos Nehri ve Deltasın Değişimlerinin Zamansal CBS ile İncelenmesi, *E. Ü. Coğrafya Bölümü Sempozyumları III, EGE Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, İzmir.
- DSİ. (2019).** *Hidrometrik Ölçüm Yönergesi*, Ankara.
- Frazer, A.S., Meybeck, M. & Ongley, E.D., (1995).** *Water quality of world river basins*, United Nations Environmet Programme, Kenya.
- Halleraker, J.H., van de Bund, W., Bussettini, M., Gosling, R., Döbbelt-Grüne, S., Hensman, J., Kling, J., Koller-Kreimel, V. & Pollard, P. (2016).** Working Group ECOSTAT report on Common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies. Part 1: Impacted by water storage. JRC Technical Reports, European Commission.
- Kucukali, S. (2007).** How Roman Engineers Selected Their Water Supplies. *PI Civil Eng-Water Management*, **160**(4), 249-253.
- Kucukali, S. (2014).** Environmental risk assessment of small hydropower (SHP) plants: A case study for Tefen SHP plant on Filyos River. *Energy for Sustainable Development*, **19**, 102-110).
- Kucukali, S., Çokgör, S. & Kartal, B. (2006).** Temporal variation of dissolved oxygen in a mountain stream plunge pool: An example from Northern Turkey, *Proceedings, ASCE World Environmental and Water Resources Congress*, Omaha.
- Kucukali, S., Verep, B., Alp, A., Turan, D., Mutlu, T., Kaya, C., Yildirim, Y., Töreyn, B.U. & Özelci, D. (2019).** Flow structure and fish passage performance of a brush-type fish way: Afield study in the İyidere River, Turkey. *Marine and Freshwater Research*, **70**, 1619-1632.
- Malmqvist, B. & Rundle, S. (2002).** Threats to the running water ecosystems of the world, *Enviromental Conservation*, **29**, 134-153.
- Şeker, D., Kaya, S., Musaoğlu, N., Kaldasli, S., Yuasa, A. & Duran, Z. (2005).** Investigation of meandering in Filyos River by means of satellite sensor data, *Hydrological Processes*, **19**, 1497-1508.
- Stefan, H.G. & Preud'homme, E.B. (1993).** Stream temperature estimation from air temperature, *Water Resources Research*, **29**(1), 27-45.
- Van Rijn, L.C. (2007).** Unified view of sediment transport by currents and waves I: Initiation of motion, bed Roughness, and bed-load transport, *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, **133**, 6, 649-667.

***Corresponding author's:**

Serhat KÜCÜKALİ

Hacettepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06800, Ankara, Türkiye.

✉E-mail: serhatkucukali@hacettepe.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-5867-3270>.

Tel : +90 (312) 297 73 28 / 134

The First Record of *Paropta paradoxus* (Herrich-Schäffer, 1851) (Lepidoptera: Cossidae) in Hatay Province of Turkey and Its External and Genital Morphology

Erol ATAY^{1*} Erdal SERTKAYA² Mahmut TATLI³

¹Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Mustafa Kemal University, Hatay, TURKEY.

²Faculty of Agriculture, Dep. of Plant Protection, Mustafa Kemal University, Hatay, TURKEY.

³Institute of Science, Mustafa Kemal University, Hatay, TURKEY.

 <https://orcid.org/0000-0002-5274-1025>,

 <https://orcid.org/0000-0001-9956-943X>,

 <https://orcid.org/0000-0001-7386-1790>

Received date: 06.11.2019

Accepted date: 11.12.2019

How to cite: Atay, E., Sertkaya, E. & Tatlı, M. (2019). The First Record of *Paropta paradoxus* (Herrich-Schäffer, 1851) (Lepidoptera: Cossidae) in Hatay Province of Turkey and Its External and Genital Morphology. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 525-531.

Atf yapmak için: Atay, E., Sertkaya, E. & Tatlı, M. (2019). Hatay'da *Paropta paradoxus* (Herrich-Schäffer, 1851) (Lepidoptera: Cossidae)'un İlk Kaydı ve Türün Dış ve Genital Morfolojisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 525-531.

Abstract: This study was conducted as field and laboratory studies. The grapevines that show sign of damage were collected from Reyhanlı and Kırıkhan districts in Hatay then brought to the laboratory. The larvae in the grapevine were obtained mature individuals by taking culture in the laboratory. A total of 3 male *Paropta paradoxus* (Cossidae) emerged from the pupa. Specimens were dissected in the laboratory and prepared male genitalia and wings slides. We described the external and male genital morphology of *P. paradoxus* in detail and also diagnostic morphological features. As a result of the study, *P. paradoxus* is first record for Hatay.

Keywords: Cossidae, Hatay, Lepidoptera, *Paropta*, *Paropta paradoxus*.

Hatay'da *Paropta paradoxus* (Herrich-Schäffer, 1851) (Lepidoptera: Cossidae)'un İlk Kaydı ve Türün Dış ve Genital Morfolojisi

Öz: Bu çalışma arazi ve laboratuvar çalışmaları şeklinde yürütülmüştür. Hatay'da Reyhanlı ve Kırıkhan ilçelerindeki üzüm (bağ) bahçelerinde zarar belirtisi gösteren asma dalları toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Asma dalları içerisindeki larvalar laboratuvarında kültüre alınarak ergin bireyler elde edilmiştir. Toplam 3 adet erkek *Paropta paradoxus* (Cossidae) pupadan çıkmıştır. Örneklerden erkek genital organı ve ön ve arka kanat preparatları yapıldı. *P. paradoxus*'un dış morfolojisi ve erkek genital organları ayrıntılı olarak tanımlandı. Sonuç olarak, *P. paradoxus* türü Hatay için ilk kayıttır.

Anahtar sözcükler: Cossidae, Hatay, Lepidoptera, *Paropta*, *Paropta paradoxus*.

INTRODUCTION

According to Schoorly (1990), the Cossidae Leach, 1815 [1830] is a cosmopolitan moth family with roughly seven hundred described species. According to Yakovlev et al (2015), with a global distribution, Cossidae comprise about 1000 known species, 800 of them being recorded from the old World. The english vernacular name for the family is Carpenter Moths, because of the larval habit of boring in plants, particularly trees. Nearly all species live as a larva in plants. Several species are known to cause serious damage to plants of economic importance. The adults of most species are nocturnal (Schoorly, 1990).

The genus was established for *Cossus paradoxus* Herrich-Schäffer, [1851], described from Smyrna [İzmir, Turkey] (Plaut, 1973; Yakovlev & Witt, 2017). According to Schoorly (1990), Staudinger notes as characteristics of *Paropta* Staudinger, 1899 a rather strongly bipectinate male antenna and a shortly bipectinate female one. However, the male and female antenna of *Paropta paradoxus* are bipectinate, up to nearly rather strongly. The rami have approximate one rows of moderately long hairs on the inner margin and approximate one row of moderately long hairs on the outer margin.

Paropta paradoxus is a species of moth of the Cossidae family. *Paropta paradoxus* distributed from Asia Minor over Syria to Egypt, Saudi Arabia, Lebanon, Israel, Iran, Jordan, Cyprus and Rhodes (Schoorly, 1990; Yakovlev & Witt, 2017). Host plants of species are *Ficus carica*, *F. pseudosycamor*, *Albizia lebeck*, *Vitis vinifera* (Schoorly, 1990; Yakovlev & Witt, 2017), *Acacia arabica*, *Cercis siliquastrum* and *Crataegus* species (Yakovlev & Witt, 2017).

Plaut (1973), gives the following information about the biology of *P. paradoxus* in the study that "On the biology of *Paropta paradoxus* (Lep., Cossidae) on grapevine in Israel": The biology of *Paropta paradoxus*, a new pest of the grapevine, was studied in field and laboratory during 1962-1972. Descriptions give the imago and developmental stages. The life-cycle is completed in 1-3 years. Adults are active during April-September and eclose mostly during the day with a male/female ratio of 0.65 (3.3 in UV light-trapcatches). Light induces a deep torpor in most adults. After mating, which lasts 30-60 min, females lay up to 275 eggs in their life span of 1-14 days (males 2-13 days). In the vineyard eggs are glued under loose bark, in batches of 15.6 (1-63), and hatch in 20-32 days. The neonate larvae disperse and settle under loose bark where they begin feeding; penetration of the wood is mainly through dried stubs of pruned canes, and galleries are excavated along the axes of stems and branches. Larvae may also develop under dry bark. The pest overwinters as active immature larvae and diapausing mature, prepupal larvae. The pupa is usually formed in the larval galleries, and lasts 16-45 days. In heavily

infested vines the pupae may be cannibalized by larvae; both larvae and pupae may be preyed on by woodpeckers.

There are 49 species (19 genera) belonging to the family Cossidae, and one species belonging to the genus *Paropta* Staudinger, 1899 in Turkey (Koçak & Kemal, 2018). Koçak and Kemal (2006; 2007) listed the first attempt on the checklist of the Turkish moths. Totally, 4604 moth species were listed together with their synonymous named and updated provincial distributions. Later, the authors (Koçak & Kemal, 2018), reported that the Turkey Lepidoptera fauna was 5577 (butterfly: 220 genera, 412 species; moth: 1621 genera, 5164 species) species belonging to 76 families (9 butterfly, 67 moth families). In addition, the same authors listed 772 lepidoptera species, 638 Heterocera and 134 Rhopalocera, belonging to the province of Hatay. Atahan et al., (2018) reported the number of species as 162 butterfly in Hatay.

As a result of the study, *Paropta paradoxus* (Herrich-Schäffer, 1851) is first record for Hatay.

MATERIAL and METHODS

This study was conducted as field and laboratory studies.

Field Studies: Field studies were carried out in the vineyard orchards in Reyhanlı and Kırıkhan districts of Hatay. The trees in the grape orchards were individually checked and vine branches were collected that showing signs of damage. These vine branches, which are supposed to contain larvae, brought to the laboratory and cultured, then adult individuals obtained. A total of 3 male *Paropta paradoxus* (Cossidae) emerged from the pupa.

Laboratory Studies: Before losing body water, specimens were sorted according to body sizes, and were needed with a number 2 insect needles that matched the size of the custom sized boards, strain and inhibition couples were strained in laboratory work. For the drying of the stretched specimens, they were kept at room temperature for two weeks in a dark and dry place. Male genital organ was prepared for the identification of the species following morphological examinations and measurements on the male specimens. The needling of the moths, stretching of the wings and genital organ preparations were done accordingly the methods that defined in Atay's work (2006). The major taxonomic characters of species described. Important morphological organs of *Paropta paradoxus* photographed and drawn. The specimens stored at the Biology Department of Mustafa Kemal University in Hatay.

RESULTS

Genus *Paropta* Staudinger, 1899 (Lepidoptera: Cossidae)

Syn: *Alcterogystia* Schoorl, 1990 (Yakovlev & Witt, 2017; Koçak & Kemal, 2018)

Paropta paradoxus Herrich-Schäffer, (1851), (Cossidae)

Syn: *Cossus l-nigrum* Bethune-Baker, 1894; *Paropta pharaonis* Bang-Haas, 1910 (Yakovlev & Witt, 2017; Koçak & Kemal, 2018)

The distribution in Turkey: Mersin and İzmir (Koçak & Kemal, 2018).

The distribution in the World: Cyprus, Greece, Liberia, Israel, Iran, Syria, Egypt (Plaut, 1973; Karsholt & Razowski, 1996; Koçak & Kemal, 2018).

Material Examined: Reyhanlı-Hatay: 36°16'39" N; 36°34'53" E, 125 m.; 14.VIII.2019 1♂.

Kırıkhan-Hatay: (36°07'26" N; 36°08'39" E, 350 m.); 22.VIII.2019 2♂.

Description and Measurements: Male (Figure 1): Length of forewing 16 mm; wingspan 34 mm (35-33 mm); body length 18 mm. On the head, vertex and frons covered with greyish brown hairs. Antenna strongly bipectinate with scales along the dorsal surface, and with 54-65 flagellomeres. Its length 8,6 mm., and its length 0,55 times longer than forewing length. Labial palpus well developed, long, strongly recurved upwards and extends to the front end of the eye. Its second segment is the longest and widest one, and third segment is the smallest. All segments of labial palpus covered with greyish brown hairs. Eyes with dark brown are very large and well developed. Haustellum is absent. On the head, ocelli and chaetosemata are absent. Head is 1,27 times wider than its height (Figures 2, 3).

Thorax and abdomen covered with greyish light brown scales.

Forewings are long and wide; forewing length is 2,44 times longer than its width. The upper surface of the forewings; with greyish light brown scales. There are noticeable thin and dark patterns on the postdiscal region of the forewing. Fringe is very short and brown.

Hindwings are broad and its length 1,40 times longer than its width. The upper surface of the hindwings are completely with greyish black. Fringe is very short and light brown.

The male genital organ is as Figures 4, 5.

Uncus long, with beak like on apex. Gnathos medium length; its arms thine and narrow, densely covered with fine spikes. Valva long, apex wide rounded; covered short and thin hairs; its length about 3 times longer than its width. There is a small serrate structure on the costal edge of the valva. Transtilla is strongly sclerotised, and hook like curved, gradually tapering to apex from a wide base. Sacculus is wide at the base. Juxta small. Saccus is short and wide; slightly rounded. Aedeagus is long and narrow, its length 11,5 times longer than its width; slightly curved throughout its length, and without corniti.

6). Veins of forewing and hindwing are drawn (Figure



Figure 1. Adults of *Paropta paradoxus* (Cossidae).



Figure 2. The head structure of *Paropta paradoxus*, (Lateral View).



Figure 3. The head structure of *Paropta paradoxus*, (front View).



Figure 4. The Male Genitalia of *Paropta paradoxus* (General Structure).



Figure 5. The Male Genitalia of *Paropta paradoxus* (Aedeagus).

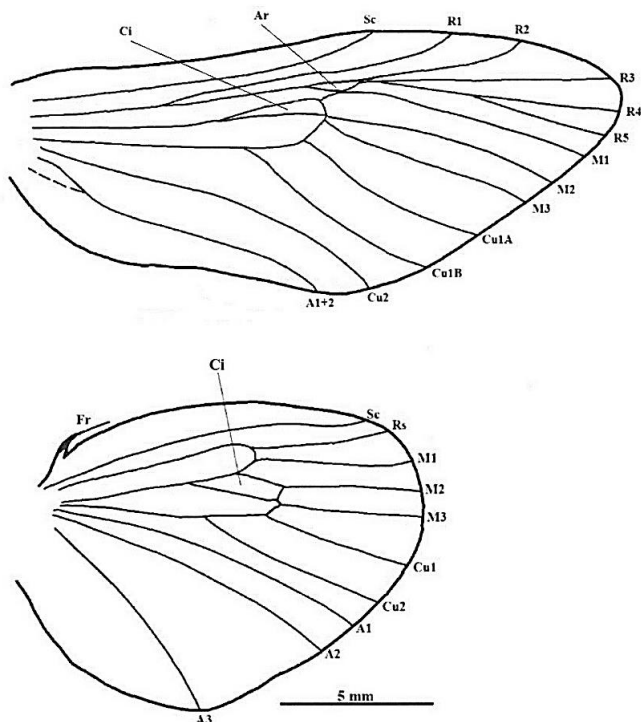


Figure 6. Veins of forewing and hindwing of *Paropta paradoxus* (Ar: areola, Ci: cellula intrusa)

In this study, we described the external and the male genital morphology of *Paropta paradoxus*. The important taxonomic characters belong to them were redescribed in detail by comparison of different parameters with each other. The external and genital taxonomic characters were measured

with digital caliper and stereo microscope. In addition, larvae and damage photos of the species are given in the study (Figures 7, 8).

Paropta paradoxus is new record for the the lepidoptera fauna of Hatay.



Figure 7. The Larvae of *Paropta paradoxus*.



Figure 8. Vine branches showing signs of damage.

REFERENCES

- Atahan, A., Atahan, G., Gül, M. & Atahan, M. (2018). *Hatay'ın kelebekleri*. 72 Tasarım Ltd. Şti. Ankara, TR, 179p.
- Atay, E. (2006). The identity of *Parapoinx affinalis* (Guenee, 1854) (Lepidoptera, Crambidae, Nymphulinae) in Turkey. *Journal of Entomology*, 3(1), 76-81.
- Karsholt, O. & Razowski, J. (1996). *The lepidoptera of Europe a distributional checklist*. Apollo Books, Denmark, 380p.
- Koçak, A.Ö. & Kemal, M. (2006). Checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies, Priamus Suppl. 1*, 1-196.
- Koçak, A.Ö. & Kemal, M. (2007). Revised and annotated checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies, Priamus Suppl. 8*, 1-150.

Koçak, A.Ö. & Kemal, M. (2018). A synonymous and distributional list of the species of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies, Priamus Suppl.* **8**, 1-489.

Plaut, H.N. (1973). On the biology of *Paropta paradoxus* (H.-S.) (Lep., Cossidae) on Grapevine in Israel. *Bull. Ent. Res.*, **63**, 237-245.

Schoorl, J.W. (1990). A phylogenetic study on Cossidae (Lepidoptera: Ditrysia) based on external adult morphology. *Zoologische Verhandelingen*, **263**, 3-295.

Yakovlev, R.V. & Witt, T.J. (2017). Taxonomic Notes About *Paropta* Staudinger, 1899 (Lepidoptera: Cossidae). *Zoology in the Middle East*, **63**, 166-171.

Yakovlev, R.V., Poltavsky, A.N., Ilyina, E.V., Shchurov, V.I. & Witt, T.J. (2015). Cossidae (Lepidoptera) of the Russian Caucasus with the Description of a New Species. *Zootaxa*, **2**, 270-288.

***Corresponding author's:**

Erol ATAY

Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Mustafa Kemal University, Hatay, TURKEY.

E-mail : eatay@mku.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-5274-1025>

Çağlayan Havzasının (Fındıklı-Rize) Bazı Havza Karakteristiklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Değerlendirilmesi

Turan Yüksek^{1*} Ali Erdem Özçelik² Bülent Verep³

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Fener Yerleşkesi/ Rize, Türkiye.

² Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Zihni Derin Yerleşkesi, Rize, Türkiye.

³ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Zihni Derin Yerleşkesi, 53100, Rize, Türkiye.

 <https://orcid.org/0000-0003-2964-1760>,  <https://orcid.org/0000-0001-5877-1738>,  <https://orcid.org/0000-0003-4238-8325>

Received date: 18.11.2019

Accepted date: 14.12.2019

Atf yapmak için: Yüksek, T., Özçelik, A.E. & Verep, B. (2019). Çağlayan Havzasının (Fındıklı-Rize) Bazı Havza Karakteristiklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Değerlendirilmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 532-538.

How to cite: Yüksek, T., Özçelik, A.E. & Verep, B. (2019). Evaluation of Some Basin Characteristics of Çağlayan Basin (Fındıklı-Rize) Using Geographical Information Systems. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 532-538.

Öz: Ekolojik dengeye dayanan sürdürülebilir bir arazi yönetimi için ülkemiz havzalarına ait havza karakteristiklerinin doğru biçimde belirlenmesi ve planlamacıların dikkatine sunulması oldukça önemlidir. Bu amaçla Fındıklı Çağlayan havzasına ait bazı havza karakteristikleri ile orman toplumlarının yükselti ve bakıya göre dağılımları Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla ortaya konulmuştur. Araştırma sonucuna göre Çağlayan havzasının alanı 17403.6 ha, havza ana dere uzunluğu 30.5 km, havzanın ortalama eğimi %36.2'dir. Havzanın %13,54' ü 2401-2700 m, % 0.58 ile 3001-3300 m yükselti basamaklarında dağılışı göstermektedir. Havzanın 62.26'sı gölgeli bakı, %37.74'ü ise güneşli bakılardadır. Havzanın % 46.42'si ile Kumlu tuf-Andezit-Bazalt, 36.96'sı ise granit-mikrogranit ve granadiorit kayac guruplarından oluşmaktadır. Havza genelindeki arazilerin % 41.54'ü orman, % 29.72'si orman toprağı, % 15,39'u mera, % 0.27'si su ve %13.09'u ziraat arazilerinden oluşmaktadır.

Anahtar sözcükler: Havza karakteristikleri, arazi planlama, coğrafi bilgi sistemi (CBS), Fındıklı.

Evaluation of Some Basin Characteristics of Çağlayan Basin (Fındıklı-Rize) Using Geographical Information Systems

Abstract: It is very important to determine the characteristics of the basin in Turkey and bringing it to the attention of planners for sustainable land management based on ecological balance. For this purpose, some basin characteristics of the Fındıklı Çağlayan basin and distribution of forests according to elevation and aspect were determined with the using of Geographical Information System (GIS). As a result of the research, the area of Çağlayan basin is 17403.6 ha, the main river length of the basin is 30.5 km and the average slope of the basin is 36.2%. The highest amount of land in the basin is in the elevation step of 2401-2700m with 13.54% and the least land is in the elevation step of 3001-3300 m with 0.58%. 62.26% of the basin area is shady, while 37.74% is sunny. 46.42% of the basin area is composed of sandy tuff-andesite-basalt, while 36.96% is composed of granite-microgranite and granadiorite rock groups. 41.54% of the land in the basin is composed of forest, 29.72% is forest land, 15.39% is pasture, 0.27% is water and 13.09% is agricultural land.

Keywords: Basin characteristics, land use planning, geographic information system (GIS), Fındıklı.

GİRİŞ

Dünya nüfusu artışı, doğal kaynakların plansız ve hatalı yönetimi, küresel iklim değişimi, orman kaynaklarının tahrip edilerek tarım arazilerine dönüştürülmesi sorunu küresel ölçekte artarak devam etmektedir. Öte yandan bilim adamları, planlamacılar ve karar vericiler çeşitli paydaşlarda bir araya gelerek bu sorunların çözülmesi veya risk değerlerinin en aza indirilmesi için yoğun bir şekilde çalışmalarına devam etmektedirler. Ancak sorunların çözüme çare buldukları pek söylenemez. Bunun en önemli nedenlerinin başına olaylara noktasal veya dar kapsamlı bakış, havza ve bütünleşik havza kavramının ve havzaların sahip olduğu karakteristik özelliklerin ve bu özelliklerin münferit veya çoklu etkileşimlerinin tam olarak anlaşılması gösterilebilir.

Coğrafik açıdan havza; Sırtlardan geçen su ayırma çizgisi ile çevrili, üzerine düşen yağış sularını toplayarak durgun (göl, deniz vb) veya hareketli (akarsu, dere, vb) bir başka su kaynağına aktaran en küçük hidrolojik birim şeklinde tanımlanabilir. Dünya coğrafyasında münferit halde havzalar olduğu gibi bir havza içerisinde birden çok alt havzaların olduğu farklı ölçekte havzalarda mevcuttur. Havzalar, insanların her türlü çalışmaları yürüttüğü doğal sistemlerdir. Havza yönetimi süreklidir ve çok yönlü disiplinler yaklaşımlara ihtiyaç duyar. Bu yönetim birimi; sesli çalışma, iyi planlanmış hareketler ve takım ruhundan oluşur. Havza yönetiminde esnek yaklaşımlara sürekli ihtiyaç duyulur (Yüksek, 2004). Havza içerisindeki jeolojik yapı, yükselti, eğim, bakı, bitki örtüsü, arazi kullanım şekli, su kaynaklarının durumu, sosyo-ekonomik ve kültürel yapı, yerleşim düzeni, mimari ve tarihi doku gibi pek çok unsurlar planlama sürecinde hem bireysel hem de birbirleri üzerinde direkt ya da indirekt olarak etkilerini dikkate alacak şekilde ve bütünleşik yaklaşım modeli ile ele alınıp planlanmalıdır. Su toplama ve üretimi amacıyla işletilen bir havzada tüm havza karakteristiklerinin yanı sıra optimal arazi kullanım modeli yardımıyla bitki, toprak ve su arasında ekolojik dengenin kurulması ile sağlanabileceği belirtilmiştir. Erozyon, sel, taşkın, çığ ve kütle hareketlerinin fazla olduğu havzalarda orman kaynaklarının ekolojik dengesi ve sürdürülebilir yönetimi son derece önemlidir (Balci, 1996). Skaugset & Wemple (1996) Amerika'nın Oregon eyaletinde orman yollarında yaptıkları araştırmada orman yol yoğunluğunun azalması ile erozyon ve heyelan oluşmasının azaldığını tespit etmişlerdir. Tarımsal aktivitelerin fazla olduğu havzaların planlama ve yönetiminde diğer havza karakteristikleri yanı sıra özellikle arazi kabiliyet sınıflarının dikkate alınması planlamanın başarılı olmasında son derece etkili olabilir. Günümüz havza planlaması ile alakalı çalışan farklı kuruluşlar planlamalarında bütünleşik havza yaklaşımı ilkesini göz ardı ettikleri için planlamalarda istedikleri başarıyı sağlayamamakta veya bir başka sorunun oluşmasına

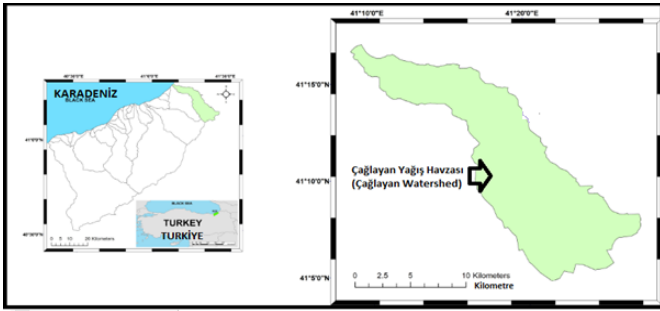
neden olabilmektedir. Örneğin, Sel ve taşkın tehlikesi riskinin olduğu havzalarda havzanın yukarı kesimlerinin dikkate alınmadan aşağı kesimlerinde ıslah çalışmalarının yapılması, havzadaki şiddetli yağışları dikkate almadan dere yataklarının daraltılması, yüksek akımları dikkate almadan köprü, yol ve menfezlerin planlanıp uygulanması, eğimli ve engebeli arazilerde drenajdan yoksun plansız arazi kullanımı, farklı bahanelerle orman örtüsünün tahrip edilmesi veya niteliğinin tamamen ortadan kaldırılması, kırsal alan dağınık yerleşim düzeni ve aşırı yol yoğunluğunun neden olduğu sorunlar şeklinde sıralanabilir. Arazi planlama ve kullanım konusunda ortaya konulan ve çoğu zaman birbirleriyle çatışan konularda sektörel yatırımların öncelikli olarak tercih edilmesi sonucu doğal kaynakların korunması konusundaki küresel ve ulusal ölçekli politikalar, yasal düzenlemeler ve plan çalışmalarının işlevsiz kalmasına neden olduğu ifade edilmektedir (Tüzün, 2010).

Ülkemizde genelinde havza tabanlı yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak arazi kullanım örtüsünün coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması yapılmış, çok kısıtlı çalışmalarda ise bazı havza karakteristikleri ortaya konulmuştur (Elibüyük & Yılmaz, 2010; Taş, 2016). Bu nedenle ülkemizde genelinde akarsu havzalarına ait karakteristik özelliklerin belirlenmesi son derece büyük önem taşımaktadır.

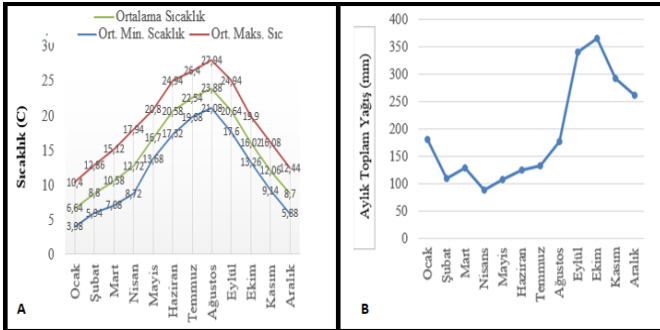
Bu çalışmanın amacı Rize ili Çağlayan havzasındaki bazı havza karakteristiklerinin belirlenmesi, yükselti, eğim gurubu, jeolojik formasyonlara göre arazi yapısının ortaya konulması ve haritalanmasıdır.

MATERYAL VE METOT

Çağlayan havzası; Rize-Artvin il sınırında Fındıklı ilçesinin doğusunda yer almaktadır (Şekil 1). Havza çıkış noktasının Rize il merkezine uzaklığı 66 km'dir. Çağlayan havzası deniz seviyesinden itibaren güneye doğru 3238 m yükseltiye kadar erişmektedir. Araştırma alanı yıllık ortalama maksimum sıcaklık 19.15 °C, ortalama sıcaklık 14.99 °C ve ortalama minimum sıcaklık 11.95 °C'dir. Yılın en soğuk ayı ocak, en sıcak ayı ağustostur. Çağlayan havzasındaki aylık toplam yağış ocak ayından nisan ayına kadar doğrusal bir şekilde azalmakta, daha sonra ekim ayına kadar artmakta ve sonra tekrar azalmaktadır (Şekil 2). Yıl içinde en yağışlı ay 365 mm ile ekim, en az yağışın olduğu ay 88 mm ile nisandır. Yıl içinde Rize genelinde olduğu gibi biri az yağışlı (ilkbahar), diğeri çok yağışlı (yaz, sonbahar ve kış) yağış rejimi hakimdir. Thornthwaite yöntemine göre Çağlayan 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).



Şekil 1. Çağlayan havzası coğrafi (konumsal) gösterimi.



Şekil 2. Çağlayan havzası aylık sıcaklık (A) ve toplam yağışların (B) değişimi.

Araştırma havzasına ait coğrafi (konumsal) sınırlar, Google Earth görüntüsü üzerinden sayısalılaştırılarak elde edilmiştir. Havza sınırları kapsamında gerekli olan tüm uygulamalar ArcGIS 10.5 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanına ait üretilen Sayısal Yükselti Modeli (SYM) ve Arazi Kullanım Türleri (AKT) haritası araştırmada kullanılan başlıca veri altyapısını oluşturmaktadır. Bu veri altyapısına göre, Çağlayan havzası yükselti, eğim, bakı, AKT ve jeolojik formasyon dağılım haritaları sayısal olarak elde edilmiştir. Havzanın veri grupları kendi içerisinde belirli bir artış periyodunda alansal bilgiye dayalı olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre (a) yükseklik veri grubu (0-3300m) değer aralığında 300m sınır değeri ile 11 alt veri grubu, (b) eğim veri grubu (% 0-114.50) değer aralığında % 10 sınır değeri ile 12 alt veri grubu, (c) bakı veri grubu her bir ana ve ara yön bilgisine dayalı olarak 8 alt veri grubu; (d) orman veri grubu amenajman sınıflarına dayalı olarak 48 alt veri grubu, (e) jeoloji veri grubu formasyon sınıflarına dayalı olarak 8 alt veri grubu şeklinde sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan veri türleri kendi içerisinde ikili gruplar şeklinde çakıştırılarak havzaya ait; (1) her bir yükselti alt veri sınıfına karşılık gelen eğim, jeoloji formasyon ve bakı bilgileri ve alansal değerler, (2) her bir eğim alt veri sınıfına karşılık gelen jeolojik formasyon ve amenajman bilgileri ve alansal değerler, (3) her bir jeoloji alt veri sınıfına karşılık gelen eğim ve amenajman bilgileri ve sayısal değerler, (4) her bir bakı alt veri sınıfına karşılık gelen eğim, jeolojik formasyon ve amenajman bilgileri ve alansal değerleri sayısal olarak sorgulanmıştır. Havza karakteristik özelliklerinin hesaplanmasında kullanılan yöntemler Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Fındıklı Çağlayan havzasına ait bazı karakteristiklerin hesaplanması (Özhan, 2004).

Havza Karakteristikleri	Hesaplama Yöntemi	Sembollerin Açıklaması
Havzanın Form Faktörü	$F = \frac{A}{L^2}$	F: Form faktörü, A: Havza Alanı (Km ²), L: Havza uzunluğu (km),
Havzanın Şekil Faktörü	$F_s = \frac{L^2}{A}$	Re: Dairesellik Oranı P: Havzanın çevresi (km) D: Eş yükselti eğrileri arasındaki yükselti farkı (m),
Havzanın Dairesellik Oranı (Re)	$Re = \frac{4\pi A}{P^2}$	N: Eş yükselti eğrilerinin sayısı, Σ L: Eğri uzunluklarının toplamı (m) H: Havzanın maksimum <u>reliyefi</u> X: Havzanın en yüksek noktası (m), Y: Havzanın en düşük noktası (m) a: iki eşyükselti arasındaki alan (ha), h: İki eşyükselti eğrisi arasındaki yükselti (m)
Ortalama Eğim (Sg)	$Sg = 1.571 \frac{D \times N}{\Sigma L}$	
Maksimum Reliyet (H)	$H = X - Y$	
Oransal Reliyet (Rho)	$Rho = \frac{H}{P}$	
Havzanın Ortalama Yükseltisi (H _o)	$H_o = \frac{a_1b_1 + a_2b_2 + \dots + a_n b_n}{A}$	

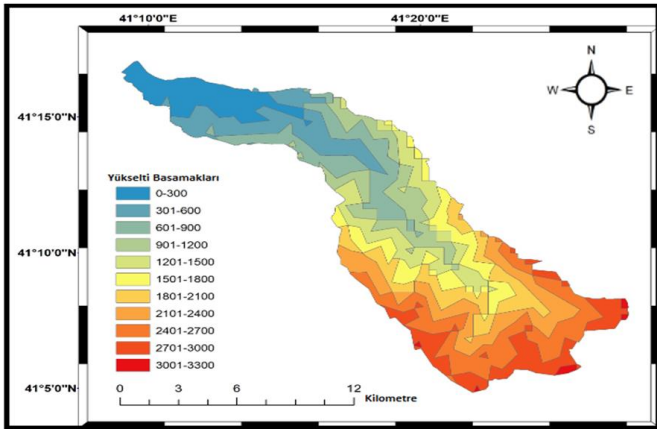
BULGULAR

Fındıklı Çağlayan havzası dar ve uzun nitelikte bir akarsu havzasıdır. Havza içinde kuzeyden güneye doğru gidildikçe havza genişliği, yükselti ve eğimi artmaktadır. Çağlayan havzasına ait bazı havza karakteristikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Fındıklı Çağlayan havzası bazı havza karakteristikleri.

Havza Alanı (km ²)	174.03
Havza Çevresi (km)	82.27
Havza Uzunluğu (km)	30.50
Havza Genişliği (km)	7.73
Havzanın Form Faktörü	0.19
Havzanın şekil faktörü	5.35
Havzanın dairesellik oranı	0.32
Havzanın maksimum reliyefi (m)	3195
Havzanın ortalama eğimi (%)	36.2

Araştırma alanı yükselti kademelerine göre dağılımları incelendiğinde bir yükselti kademesi hariç, yükselti basamaklarının oransal olarak birbirlerine yakın olduğu belirlenmiştir. Havza içinde en fazla arazi %13.54 ile 2401-2700m yükselti basamağında, en az arazi ise %0.58 ile 3001-3300 m yükselti basamağında bulunmaktadır. Havza genelinde 0-300m, 1501-1800m ve 1800-2100 m yükselti basamaklarında ve güneydoğu bakıda hiç arazi olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca 2101-2400m ve 3001-3300 m yükselti basamaklarında ve güney bakıda hiç arazi olmadığı görülmüştür (Şekil 3, Tablo 3). Yükseltiye göre en fazla arazi 2000-3000m yükselti basamağında bulunmaktadır. Bunu sırasıyla 0-1000m ve 1001-2000 m yükselti basamakları izlemektedir. Bakıya göre yükselti basamakları içerisinde en fazla araziye 2357.30 ha ile 2401-2700 m yükselti basamağında, en az araziye 100.45 ha ile 3001-3300 m yükselti basamağında rastlanmıştır. Havza genelindeki arazilerin %62.26'sı gölgeli bakılar (doğu, kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı), %37.74'ü güneşli bakılar (güney, güneydoğu, güneybatı ve batı) üzerindedir. Sadece 901-1200 m yükselti kademesinde güneşli bakılardaki arazi miktarı gölgeli bakılardan daha fazladır. 0-300 m yükselti basamağında en fazla arazi 567.73 ha ile kuzey bakıda, en az arazi o ha ile güneydoğu bakıdadır.



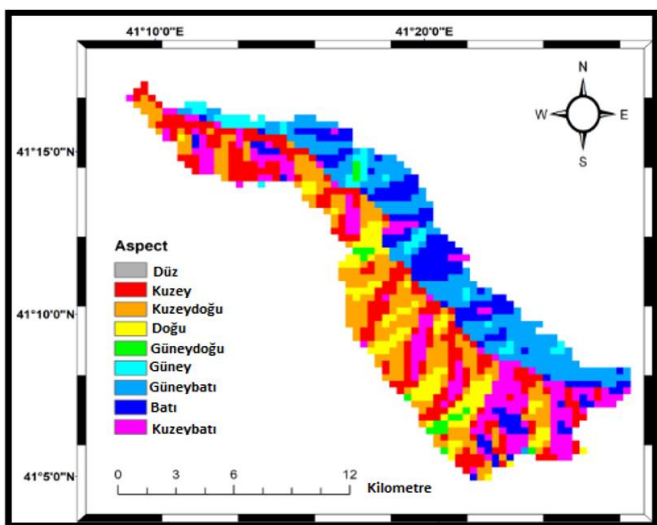
Şekil 3. Çağlayan havzası yükselti basamakları.

301-600 m yükselti basamağında en fazla arazi 484.31 ha ile kuzey bakıda, en az arazi 6.06 ha ile güneydoğu bakıdadır. 601-900 m yükselti basamağında en fazla arazi 424.13 ha ile güneybatı bakıda, en az arazi 26.76 ha ile güneydoğu bakıda yer almaktadır. 901-1200 m yükselti

basamağında en fazla arazi 415.93 ha ile batı bakıda, en az arazi 47.54 ha ile güneydoğu bakı gurubundadır. 1201-1500 m yükselti basamağında en fazla arazi 377.60 ha ile batı bakıda, en az arazi 21.20 ile güney bakıdadır. 1501-1800 m yükselti basamağında en fazla arazi 353.08 ha ile güneybatı bakıda, en az arazi 0 ha ile güneydoğu bakıdadır. 1801-2100 m yükselti basamağında en fazla arazi 364.01 ha kuzeydoğu bakıda, en az arazi 0 ha ile güneydoğu bakıdadır. 2101-2400 m yükselti basamağında en fazla arazi 446.95 ha ile kuzeydoğu bakıda, en az arazi 0 ha ile güney bakıdadır. 2401-2700 m yükselti basamağında en fazla arazi 494.24 ha ile kuzeybatı bakıda, en az arazi 28.42 ha ile güney bakıdadır. 2701-3000 m yükselti basamağında en fazla arazi 338.56 ha ile kuzey bakıda, en az arazi 23.49 ha ile güney bakıdadır. 3001-3300 m yükselti basamağında en fazla arazi 51.02 ha ile kuzeybatı bakıda, en az arazi 0 hektar ile güney bakıdadır. Bakıya göre tüm yükselti basamaklarında en fazla arazi %19.44 ile kuzey bakıda, en az arazi %1.40 ile güneydoğu bakıda bulunmaktadır (Tablo 3; Şekil 4).

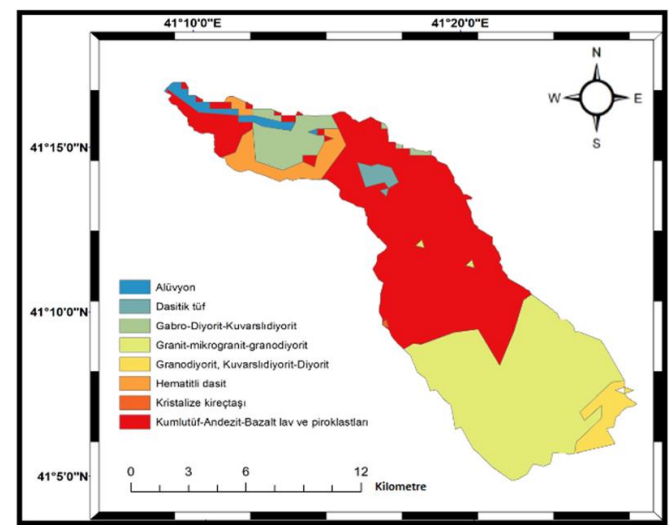
Tablo 3. Çağlayan havzasındaki arazilerin yükselti basamağı ve bakıya dağılımları.

Bakı Gurubu	Yükselti Basamakları											Toplam	Yüzde (%)
	0-300m	301-600m	601-900m	901-1200m	1201-1500m	1501-1800m	1801-2100m	2101-2400m	2401-2700m	2701-3000m	3001-3300m		
Doğu	28.39	9.41	168.83	132.08	168.45	106.21	172.48	225.94	250.69	235.57	1.59	1499.64	8.62
Kuzey	567.73	484.31	263.27	207.29	247.72	207.77	316.7	277.89	452.63	338.56	18.8	3382.67	19.44
Kuzeydoğu	262.52	351.06	270.91	233.24	324.92	325.86	364.01	446.95	432.24	219.28	7.79	3238.78	18.61
Kuzeybatı	228.98	260.88	249.53	113.44	110.62	176.93	277.66	415.09	494.24	335.3	51.02	2713.69	15.59
Güney	206.94	84.83	91.59	102.43	21.2	27.98	30.86	0	28.42	23.49	0	617.74	3.55
Güneydoğu	0	6.06	26.76	47.54	34.55	0	0	12.44	29.77	87.03	0.01	244.16	1.40
Güneybatı	173.39	328.88	424.13	376.47	337.66	353.08	267.11	381.17	353.59	236.95	21.23	3253.66	18.70
Batı	116.69	220.65	251.86	415.93	377.6	260.7	148.15	130.43	315.72	215.52	0.01	2453.26	14.10
Toplam	1584.65	1746.08	1746.88	1628.41	1622.72	1458.53	1576.96	1889.91	2357.3	1691.7	100.45	17403.6	100.00
Yüzde (%)	9.11	10.03	10.04	9.36	9.32	8.38	9.06	10.86	13.54	9.72	0.58		



Şekil 4. Çağlayan havzasında arazilerin bakılara göre dağılımı.

Çağlayan havzasında en geniş alanda % 46.42 ile Kumlutüf-Andezit-Bazalt lav ve piroklastları kayaç gurubu egemendir. Bu yapıyı % 36.96 ile granit-mikrogranit ve granadiorit kayaç gurubu takip etmektedir (Şekil 5; Tablo 4).



Şekil 5. Çağlayan kayaç guruplarının dağılımı.

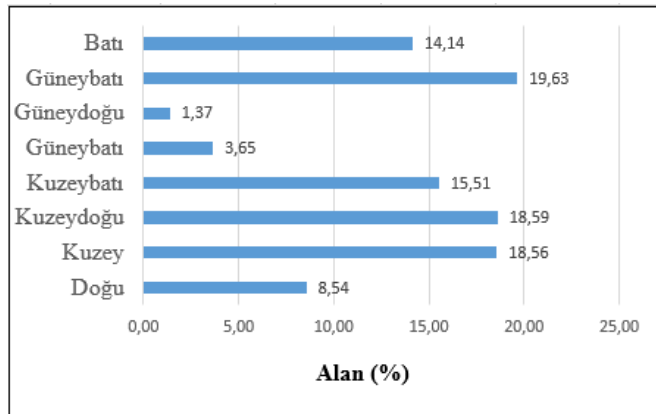
Çağlayan havzası jeolojik yapısında düşük yüzey alanına sahip kayaç gurubu % 0.05 ile kristalize kireçtaşı kayaç gurubudur. Havza genelinde kristalize kireç taşı anakayası % 0-10 ve %21-30 eğim gurubunda

bulunmaktadır. Kristalize kireçtaşına diğer eğim guruplarında rastlanmamıştır. Alüvyon yapıya % 0-30 eğim gurubunda, dasidik tuf ve hematitli dasit yapısına % 0-50 eğim gurubunda, granodiyorit-kuarslıdiyorit-diyorit gurubuna % 0-60 eğim gurubunda, granit-mikrogranit-granodiyorit ile kumlutuf-Andeit-bazalt lav ve piroklastlarına havza genelinde ve tüm eğim guruplarında rastlanmıştır (Tablo 4). Çağlayan havzasındaki arazilerin % 62.26 gölgeli bakılar

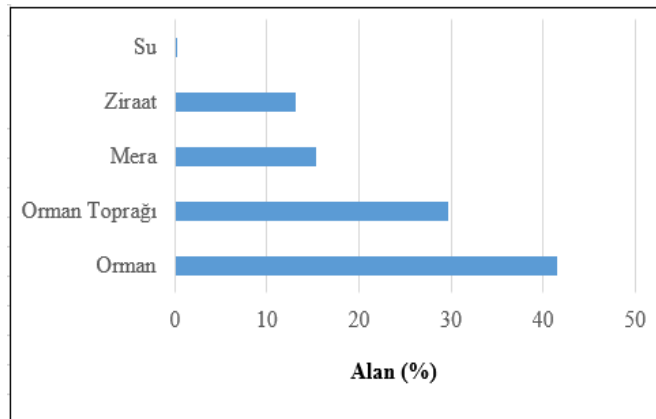
üzerinde, % 37.74'u güneşli bakılar üzerinde yer almaktadır. En fazla arazi %19.63 ile güneybatı bakıda, en az arazi varlığı % 1.37 ile güneydoğu bakıda bulunmaktadır (Şekil 6). Güneydoğu bakılar üzerinde su ve ziraat arazi bulunmamaktadır. Havza genelindeki arazilerin % 41.54'ü orman, % 29.72'si orman toprağı, % 15.39'u mera, % 0.27'si su ve %13.09'u ziraat arazilerinden oluşmaktadır (Şekil 7).

Tablo 4. Çağlayan havzası kayaç guruplarının eğim sınıflarına göre dağılımları.

Eğim Gurubu (%)	Kayaç Gurupları (ha)										Alan (%)
	Alüvyon	Dasidik tuf	Gabro-Diyorit-Kuarslıdiyorit	Granit-mikrogranit-granodiyorit	Granodiyorit-Kuarslıdiyorit-Diyorit	Hematitli dasit	Kristalize kireçtaşı	Kumlutuf-Andeit-Bazalt lav ve piroklastları	Toplam	Alan (%)	
0 10	143.29	12.95	70.95	136.97	7.15	83.92	5.95	351.07	812.25	4.67	
11 20	150.3	41.76	505.09	570.64	85.72	279.33	0	704.05	2336.89	13.43	
21 30	29.47	23.57	253.75	1114.3	161.7	274.14	2.43	1051.34	2910.7	16.72	
31 40	0	59.24	110.84	1426.28	212.43	119.69	0	1609.53	3538.01	20.33	
41 50	0	68.01	20.34	1633.03	101.08	50.66	0	2375.18	4248.3	24.41	
51 60	0	0	11.07	1093.62	7.22	0	0	1430.71	2542.62	14.61	
61 70	0	0	0	442.88	0	0	0	482.34	925.22	5.32	
71 80	0	0	0	14.9	0	0	0	74.71	89.61	0.51	
Toplam (%)	323.06	205.53	972.047	6432.62	575.3	807.74	8.38	8078.93	17403.6	100.00	

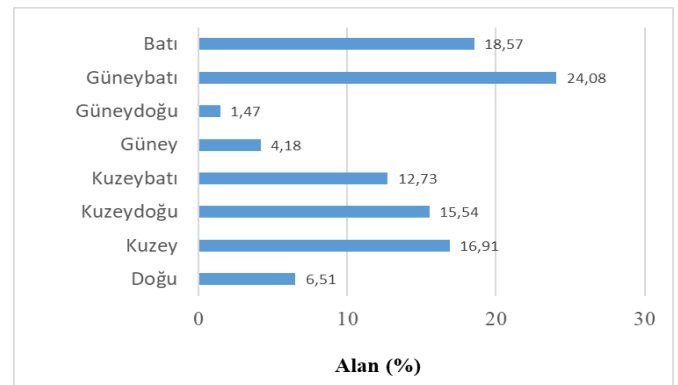


Şekil 6. Çağlayan havzası bakı dağılımı.



Şekil 7. Çağlayan havzası Arazi Kullanma Türleri (AKT).

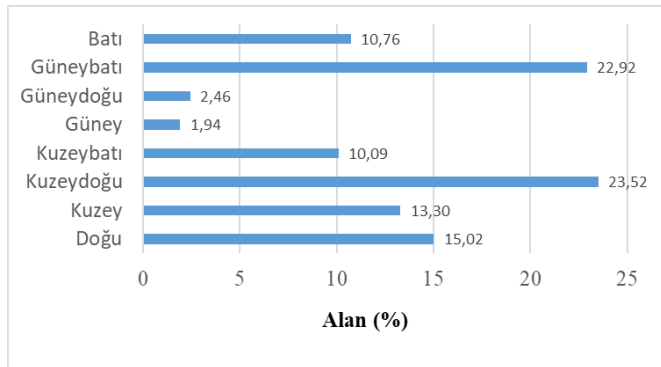
Havza genelinde orman varlığının %51.69'u gölgeli bakılarda, % 48.31'i güneşli bakılar üzerinde yer almaktadır. Bakılara göre en fazla orman varlığı % 24.08 ile güneybatı bakıda, en az orman arazisi %1.47 ile güneydoğu bakıda yer almaktadır (Şekil 8). Çağlayan havzasında en geniş orman toprağı % 22.92 ile güneybatı bakıda, en az orman toprağı %1.94 ile güney bakıda bulunmaktadır (Şekil 9).



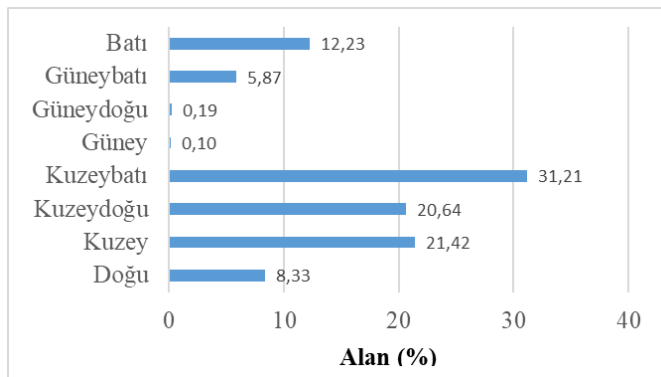
Şekil 8. Çağlayan havzası orman arazilerinin bakıya göre dağılımı.

Çağlayan havzasında en fazla mera arazisi %31.21 ile kuzeybatı bakıda, en az mera arazisi %0.10 ile güney bakıda yer almaktadır (Şekil 10). Çağlayan havzasında su yüzeylerinin %87.07'si gölgeli bakılarda, %12.93'ü güneşli bakılarda yer almaktadır. Havza genelinde en geniş su yüzeyi %37.35 ile kuzey bakıda yer almaktadır (Şekil 11). Çağlayan havzasında ziraat arazilerinin %65.29'u gölgeli bakılarda,

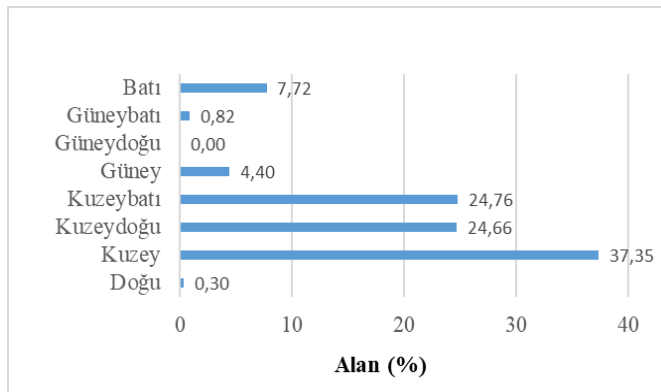
%34.71'i güneşli bakılarda yer almaktadır. Bakılar içinde en geniş ziraat alanı %32.01 ile kuzey bakı üzerindedir (Şekil 12).



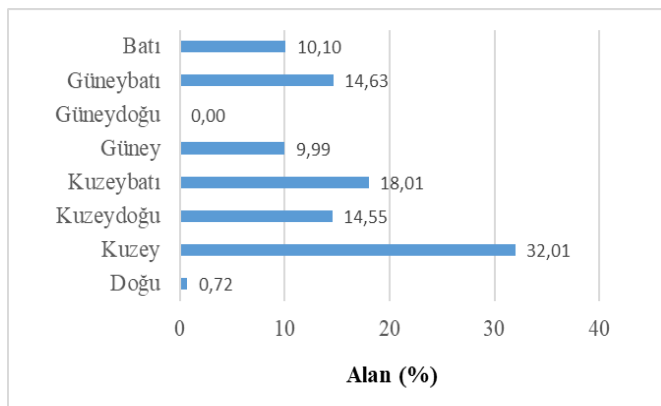
Şekil 9. Çağlayan havzası orman toprağı arazilerinin bakıya göre dağılımı.



Şekil 10. Çağlayan havzası mera arazilerinin bakılara dağılımı.



Şekil 11. Çağlayan havzasında su yüzeyinin bakılara göre değişimi.



Şekil 12. Çağlayan havzası ziraat arazilerinin bakıya göre dağılımı.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Doğal ortama ait jeomorfoloji (Boyras & Budak, 2017), tarihi ve sosyal şartlar (Yalçınlar, 1967) yükselti, eğim, bakı (Şahin & Kaya, 2011), iklim (sıcaklık, nem, rüzgar, vb) (Gedikli, 2018) su, tarım arazisi, yol unsurları yerleşme yerlerinin seçimi ve konumlandırılmasında belirleyici rol oynamaktadır (Karagel & Karagel, 2010; Atasoy & Özşahin, 2013; Esen & Avcı, 2017).

Türkiye'de en geniş arazi varlığı oranı % 18 ve Karadeniz Bölge ortalaması %16 ile 1000-1250 metre iken (Elibüyük & Yılmaz, 2010), Çağlayan havzasında en fazla arazi %13,54 ile 2401-2700m yükselti basamağında yer almaktadır. İlgili değerlerden görüleceği üzere Çağlayan havzası genelinde arazilerin ağırlığı Karadeniz bölgesi ve Türkiye ortalamasına kıyasla eğimin fazla olduğu üst rakımlarda bulunmaktadır. Dolayısıyla planlamalarda havza karakteristikleri yanı sıra yukarı havzaların öncelikli olarak dikkate alınması sürdürülebilir arazi yönetimi için oldukça önemlidir. Çağlayan havzasının ortalama eğimi %36.2 olup eğimli bir arazi yapısına sahiptir. Türkiye ortalama eğiminin % 17.3 ve Karadeniz bölgesinin ortalama eğiminin %26 olduğu dikkate alındığında (Elibüyük & Yılmaz, 2010) Çağlayan havzasının ortalama eğimi Türkiye ortalamasından 2.09, Karadeniz bölgesi eğim ortalamasından 1.39 katı daha yüksek bir eğime sahiptir. Ancak Çağlayan havzası Karadeniz bölgesinin doğu kesimine (%34.8) Elibüyük & Yılmaz, 2010) kıyasla daha düşük bir ortalama eğime sahiptir. Çağlayan havzasında toplam arazinin %34'ü % 0-30 eğim arasında ve %59'u ise %31-60 eğimleri arasında yer almaktadır. Karadeniz bölgesi genelinde ise en fazla arazi %45.5 ile %20-50, doğu Karadeniz'de ise en fazla arazi %51.03 ile %20-50 arasındaki eğim gurubunda yer almaktadır (Elibüyük & Yılmaz, 2010). İlgili değerlerden görüleceği üzere Çağlayan havzasındaki araziler Karadeniz bölgesi ortalamalarına göre daha fazla eğime sahiptir. Bu nedenle Çağlayan havzasındaki arazi planlaması ve yönetiminde havza karakteristiklerinin Türkiye geneli ve Karadeniz bölgesine kıyasla daha hassas biçimde değerlendirilmesi ve planlamalara dahil edilmesi gerekir.

Çağlayan havzasındaki en büyük jeolojik formasyonlar sırasıyla % 46.42 ile Kumlutüf-Andezit-Bazalt lav ve piroklastları ve % 36.96 ile Granit-mikrogranit-granodiyorittir. Bu formasyonların zemin mekaniği, toprak oluşumu, sel ve heyelan üzerindeki etkileri birbirlerinden ve havzadaki diğer küçük formasyonlardan oldukça farklıdır. Dolayısıyla bu tip, çoğu eğimli olan arazilerde en önemli sorun fazla suyun doğru biçimde yönetilmesidir. Bunun için özellikle çay bahçeleri olmak üzere eğimli arazilerin çoğu yerinde iyi bir drenaj ağının kurulması ve doğal drenaj ile entegre edilmesi gerekir. Böylece havzada şiddetli yağışlar sonucu meydana gelebilecek yüzeysel akışların azaltılması ve olası zararlarının en alt seviyeye indirilmesi mümkün olabilecektir. Bunun sonucunda farklı kamu kuruluşları, yerel yönetimler, özel sektör ve kişisel olarak yapılan her türlü

arazi kullanım uygulamalarında doğru biçimde ortaya konulmuş havza karakteristiklerinin altık olarak kullanılması sonucunda aynı alan ile alakalı olduğu iddia edilen ve tam olarak araziye ifade etmeyen hatalı planlamaların önüne geçilebilecek ve bu sayede ülkemiz kaynaklarının daha verimli kullanılması ve yapılan yatırımların daha uzun süre hizmet vermesi sağlanabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında Rize İline ait ihtiyaç duyulan bazı coğrafi verilerin temini yönünde katkı sunan Karadeniz Teknik Üniversitesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarı (KTÜ-GISLab) ekibine, orman amenajman verilerini sağlayan Trabzon Orman Bölge Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Atasoy, A. & Özşahin, E. (2013).** Yükseltiye bağlı olarak nüfus değişir mi? Hatay örneği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, **6**(26), 92-108.
- Balcı, N. (1996).** *Toprak Koruması*, İ. Ü. Yayın No: 394, Orman Fakültesi Yayın No: 439, İstanbul.
- Boyras, Z. & Budak, E. (2017).** Doğal afetlerin ayvalı (Darende/ Malatya) yerleşmesi üzerindeki etkileri. *ZfWT* **9**(3), 7-23.
- Elibüyük, M. & Yılmaz, E. (2010).** Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, **8**(1), 27-55.
- 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.
- 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.

- Özhan, S. (2004).** *Havza Amenajmanı*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 481, İstanbul, 384s.
- Skaugset, A. & Wemple, B. (1996).** *The response of forest roads on steep, landslide-prone terrain in western Oregon to the february 1996 storm*. Erişim tarihi: 27 Ekim, 2019, <https://andrewsforest.oregonstate.edu/sites/default/files/lter/pubs/pdf/pub2593.pdf>
- 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.
- Tüzün, G. (2010).** *Havza planlama ve yönetiminde yöntem arayışı: Meriç-Ergene havzası örneği*. YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 108s.
- Yalçınlar, İ. (1967).** Türkiye'de bazı şehirlerin kuruluş ve gelişmesinde jeomorfolojik temeller. *İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, **16**, 53-66.
- Yüksek, T. (2004).** Türkiye'nin su kaynakları ve havza planlamasına dönük genel değerlendirmeler. *KAÜ Artvin Orman Fakültesi Dergisi* **1**(2), 71-83.
- 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.

*Corresponding author's:

Turan YÜKSEK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Fener Yerleşkesi, Türkiye.

✉E-mail: turan.yuksekk@erdogan.edu.tr

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

GSM : +90 (532) 632 78 35

Faks : +90 (464) 223 52 08

Tatlısu Kaynaklarımızdaki *Escherichia coli* İzolatlarının Antibiyotik Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi: Batlama Deresi Örneği, Giresun^[*]

Tamer AKKAN^{1*} Tekin TOPKARAOĞLU²

¹Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, Türkiye.

²Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Giresun, Türkiye.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9866-4475>, <https://orcid.org/0000-0003-3391-0994>

Received date: 23.11.2019

Accepted date: 12.12.2019

Atf yapmak için: Akkan, T. & Topkaraoğlu, T. (2019). Tatlısu Kaynaklarımızdaki *Escherichia coli* İzolatlarının Antibiyotik Direnç Düzeylerinin Belirlenmesi: Batlama Deresi Örneği, Giresun. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 4(3), 539-544.

How to cite: Akkan, T. & Topkaraoğlu, T. (2019). Determination of Antibiotic Resistance Levels of *Escherichia coli* Isolates Obtained from Freshwater Sources: Batlama Creek, Giresun. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 539-544.

Öz: Bu çalışmada Batlama Deresi'nden izole edilen *E. coli* izolatlarının mevcut antibiyotik dirençlilik düzeylerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç için Haziran 2016 ve Mayıs 2017 tarihleri arasında akarsuyun farklı bölgelerinden yüzey suyu örnekleri toplanmıştır.

İzole edilen *E. coli*'lerin antibiyotik dirençlilikleri sırasıyla amfisilin %59, tetrasiklin %50,8, nalidiksik asit %44,4, eritromisin %42,9, kloramfenikol %38,1, sefazolin %36, sefuroksim %35,9 ve sefotaksim %28,4 olarak belirlenmiştir. 7 izolatın test edilen tüm antibiyotiklere karşı hassas, 3 izolatın ise tüm antibiyotiklere karşı direnç gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca yüzey suyu örneği izolatlarındaki çoklu antibiyotik direnç değeri (ÇAD) oranı %73,28 ve antibiyotik direnç indeksi (ARI) değeri 0,3 ile 0,4 aralığında değişmektedir.

Sonuç olarak; Batlama Deresi yüzey suyu örneği izolatlarındaki yüksek antibiyotik direncinin hem tatlısu ekosistemi hem de Karadeniz ekosistemini tehdit eder düzeyde olduğu söylenebilmektedir.

Anahtar sözcükler: Antibiyotik, Batlama deresi, dirençlilik, *E. coli*, Giresun.

Determination of Antibiotic Resistance Levels of *Escherichia coli* Isolates Obtained from Freshwater Sources: Batlama Creek, Giresun

Abstract: The aim of this study is to investigate the antibiotic resistance levels of *E. coli* isolated from Batlama Creek, Giresun. For this purpose, the surface water samples were collected monthly from different stations between June 2016 and May 2017.

Antibiotic resistances of *E. coli* isolates for ampicillin (59%), tetracycline (50,8%), nalidixic acid (44,4%), erythromycin (42,9%), chloramphenicol (38,1%), cefazolin (36%), cefuroxime (35,9%) and cefotaxime (28,4%) were determined, respectively. The highest resistant 3 isolates were resistant against to 9 antibiotics, while the weak resistance of 7 isolates were sensitive to all antibiotics. Moreover, multiple antibiotic resistance (MAR) were determined from the rate of 73,28% of isolates in surface water samples. Also, antibiotic resistance index (ARI) values ranged from 0,3 to 0,4.

As a result of, high antibiotic resistance levels of surface water isolates of Batlama Creek can be said to threaten to both Black Sea and freshwater ecosystems.

Keywords: Antibiotic, Batlama creek, resistance, *E. coli*, Giresun.

[*] Bu makale Yüksek Lisans Tez'inden üretilmiştir.

GİRİŞ

İnsanoğlu özellikle sanayi devriminden sonra hızlı bir şekilde doğal kaynakları kullanmakla kalmamış maalesef birçok kaynağa da zarar vererek; günümüzün en büyük sorunlarından biri olan ve ileriki yıllarda daha da artacağı ön görülen su sorununa neden olmuştur (Anonim, 2003). Özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bu sorun çok daha ciddi boyutlara ulaşarak insan sağlığını tehdit eden en önemli unsurlardan biri olmuştur. Dinamik yapıdaki su kütlelerinden olan akarsuların, sürekli alıcı ortam olma eğilimi sergilemeleri bu sağlıksız koşulların yayılmasına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle bu kaynakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin en iyi şekilde bilinmesi ve düzenli aralıklarla izlenmesi büyük önem taşımaktadır (Çetinkaya vd., 1994; Mutlu & Verep, 2018; Verep & Serdar, 2018). Bu bağlamda ülkemizin tatlısu kaynaklarında su kalitesi değişiminin izlendiği birçok güncel çalışma mevcuttur (Aydın Uncumusaoğlu & Akkan, 2017; Aydın Uncumusaoğlu, 2018; Mutlu & Aydın Uncumusaoğlu 2018; Aydın Uncumusaoğlu & Mutlu, 2019; Leventeli vd., 2019; Minareci & Bazer, 2019). İlâveten, akarsular ile etkileşim halinde bulunan tuzlusu kaynaklarımızda da farklı nitelikteki kirlenmelerin araştırıldığı birçok güncel kirlilik izleme çalışmaları bulunmaktadır (Balcıoğlu, 2019; Bat vd., 2019; Kırıs & Baltas 2019; Yücel & Çam, 2019).

Her ne kadar sucul ortamlardaki mikrobiyolojik kalite süreçlerinden bahsedilince akla ilk gelen fekal kökenli kirlenmenin varlığı olsa da artık günümüzün en büyük sorunlarından biri olarak kabul edilen ve küresel çapta eylem planları hazırlanan "Antibiyotik Direnci" de sürece dâhil edilmiştir. Özellikle Dünya Sağlık Örgütü'nün 2014 yılında yayımlanmış olduğu rapordan sonra insanlığın bakteriler ile tıbbi mücadelede antibiyotik devri öncesine geri döndüğü artık tedavi amaçlı kullanılan antibiyotiklerin birçoğunun gereken verimi sağlamadığı ve insanlığı yakın gelecekte büyük bir felaketin beklediği gibi çarpıcı ifadelerin yer alması konunun ciddiyetini göz önüne sermektedir (WHO, 2014 kaynağı verilim). Ancak, söz konusu durumların değerlendirilmesinde akla ilk gelen tıbbi kökenli izolatlardaki antibiyotik dirençliliği olsa da unutulmamalıdır ki, yaşamın başlangıcı olan su ve bu ortamlarda yaşamını sürdüren bakterilerdeki antibiyotik dirençliliği mevcut duruma gelinmesinde en büyük pay sahiplerinden biridir. Çünkü bakterilerin en önemli yaşam ortamlarından biri olan sucul ortamların oluşun/oluşabilecek salgımların kaynağında ve/veya yayılımında aktif olarak yer aldığı bilinmektedir. Dolayısıyla küresel olarak bir mücadele gerekiyorsa sucul ortamlardaki mevcut durumun da tespiti büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada ülkemizin en önemli havzalarından biri olan Doğu Karadeniz Havzası'nda yer alan Giresun ilinin tarımsal, içme ve kullanma gibi farklı amaçlar için kullanılan tatlı su kaynaklarından biri olan Batlama

Deresi'nden izole edilen *E. coli* türü izolatların mevcut antibiyotik direnç düzeyinin tespiti amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanı: Batlama Deresi Giresun'un batı kısmında yer alıp yaklaşık 16,114 km²'lik alana yayılmıştır. Suyun kaynağı ile denize döküldüğü kısım arasındaki yükselti farkı 2100 m'ye ulaşmakla birlikte Batlama Havzası'nın ortalama eğimi 26°'yi bulmaktadır. Eğimin yüksek seyretmesi düşen yağmurların kısa sürede yüzeysel akış şekline dönüşmesine neden olmaktadır. Çaldağ'ın batı yamacının güney kısmında konumlanmış olan Bektaş Yaylası'ndan doğan Batlama Deresi, 33 km uzunluğunda olup ortalama debisi 4,4 m³/sn'dir (Avcı & Sunkar, 2015; Giresun İl Çevre Durum Raporu, 2014). Dere üzerinde kurulu olan birden fazla alabalık üretim çiftliği ile içme suyu ile maden suyu dolun tesisleri bulunmaktadır. Ayrıca Giresun'un en önemli içme suyu kaynaklarından biri olan Batlama Deresi, enerji üretim amaçlı HES, sanayi sitesi atıkları ile evsel atıkların da sürekli baskısı altındadır (Şekil 1). Bu çalışmada Batlama Deresi'nin 25km'lik kısmını kapsayan ve 1 yıl boyunca farklı noktalarından toplanan yüzey suyu örneklerinden bakteri izolasyonu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma Alanı (Google Earth'den düzenlenmiştir).

Yüzey Suyu Numunelerinin Toplanması: *E. coli* izolasyonu için koyu renkli cam özellikteki numune şişeleri steril edildikten sonra; su örnekleri, akarsu yüzeyinin 20 cm aşağısından steril şekilde toplanmış (250 mL) ve yine soğuk zincir korunarak 2 saat içerisinde laboratuvara getirilmiştir (APHA, 1992).

***E. coli* İzolasyonu:** *E. coli* izolasyonu için EMS (En Muhtemel Sayı) yöntemi basamaklarından faydalanılmış olup fekal koliform grubu bakteri sayısı tespiti için kullanılan EC Broth besiyerine ekimi yapılan su örnekleri 45,5°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra durham tüplerinde gaz oluşturan tüplerden azaltma yöntemi ile EMB Agara ekilip 37°C'de 18-24 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon süresi

sonunda laktoz pozitif, metalik parlak yeşil, 2-3 mm çaplı koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiş ve klasik testler sonucunda; Gram boyama ile gram negatif, hidrojen sülfid, simmon sitrat, oksidaz ve üreaz testlerinde negatif, üçlü şeker (TSI agar; laktoz-glikoz-sükroz) ve indol testinde pozitif olan koloniler *E. coli* olarak tanımlanarak stok kültüre alınmıştır (Farmer, 1999).

Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi:

E. coli'lerin antibiyotik dirençlilik düzeyleri disk difüzyon yöntemi ile tespit edilmiştir [49]. Kullanılan antibiyotikler; Amikasin (AK, 30 µg), Amfisilin (AM, 10 µg), Sefazolin (CZ, 30 µg), Sefuroksim (CXM, 30 µg), Sefotaksim (CTX, 30 µg), Nalidiksik Asit (NA, 30 µg), Tetrasiklin (TE, 30 µg), Eritromisin (E, 15 µg) ve Kloramfenikol (C, 30 µg)'dür. Antibakteriyal etkinin teyidi amacıyla referans suş olarak *E. coli* ATCC 25922 kullanılmıştır (Bauer vd., 1966).



Şekil 2. Antibiyogram Testi (orijinal).

Çoklu Antibiyotik Dirençlilik Düzeylerinin Belirlenmesi: ÇAD indeks değeri her bir *E. coli* izolatı için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Eğer izolat insan ya da hayvan kaynaklı antibiyotiklere yoğun miktarda maruz kalmış ise, o zaman 0,2 den daha yüksek bir ÇAD indeks değeri ortaya çıkmaktadır. Eğer antibiyotik çok nadir kullanılmışsa ya da hiç kullanılmamışsa ÇAD indeks değeri 0,2 den küçük ya da 0,2 ye eşit olarak kabul edilmektedir (Krumperman, 1985).

Antibiyotik Direnç İndeksinin Belirlenmesi:

Ortamdaki bakteri popülasyonunun antibiyotik direncinin nicel bir göstergesi olan Antibiyotik Direnç İndeksi (ARI) (Hinton & Linton, 1983)'ye göre hesaplanmıştır.

BULGULAR

Batlama Deresi yüzey suyu örneklerinden izole edilen *E. coli*'lerin antibiyotik direnç düzeyleri yaz mevsimi aylarında; amfisilin: %66,7, nalidiksik asit: %42,4, tetrasiklin: %42,4, kloramfenikol: %39,4, amikasin: %36,4, eritromisin: %33,3, sefuroksim: %24,2, sefazolin ve sefotaksim: %9,1, sonbahar mevsimi aylarında; amfisilin ve nalidiksik asit: %56,7, amikasin, tetrasiklin, eritromisin ve sefuroksim: %33,3, sefazolin, sefotaksim ve kloramfenikol: %30, kış mevsimi aylarında; amfisilin ve tetrasiklin: %46,2, kloramfenikol: %38,5, sefazolin: %34,6, eritromisin ve sefuroksim: %26,9, nalidiksik asit ve amikasin: %19,2, sefotaksim: %15,4 ve ilkbahar mevsimi aylarında; tetrasiklin:

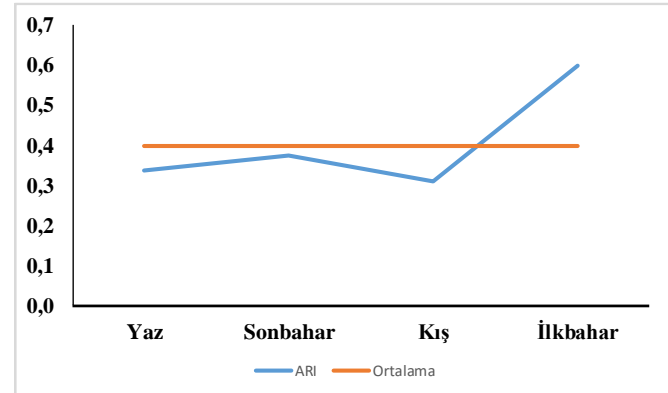
%81,5, eritromisin ve sefazolin: %70,4, amfisilin: %66,7, nalidiksik asit, sefuroksim, sefotaksim: %59,3, kloramfenikol: %44,4 ve amikasin: %29,6 olarak tespit edilmiştir.

İlk örnekleme zamanında izole edilen 33 *E. coli* izolatından ÇAD indeks değeri 0,2'den büyük olanların sayısı 21, ikinci örnekleme zamanından izole edilen 30 *E. coli* izolatından ÇAD indeks değeri 0,2'den büyük olanların sayısı 18, üçüncü örnekleme zamanından izole edilen 26 *E. coli* izolatından ÇAD indeks değeri 0,2'den büyük olanların sayısı 19 ve son örnekleme zamanında izole edilen 27 *E. coli* izolatından ÇAD indeks değeri 0,2'den büyük olanların sayısı ise 26 olarak kayıt edilmiştir (Tablo 1). Yine çalışma süresince hesaplanan antibiyotik direnç indeks değeri ortalama 0,4 olup, Şekil 3'deki gibi değişim göstermektedir.

Tablo 1. Çoklu Antibiyotik Direnç Değerleri.

Mevsim	Antibiyotik sayısı									
	9	8	7	6	5	4	3	2*	1	0
Yaz (N=33)	0	1	3	4	1	0	5	8	11	0
Sonbahar (N=30)	21 (%63,63)									
Kış (N=26)	1	1	3	4	2	2	2	3	9	3
İlkbahar (N=26)	18 (%60)									
	0	1	2	1	0	4	4	7	3	4
	19 (%73,08)									
	2	7	3	3	0	2	6	3	1	0
	26 (%96,30)									

N= İzolat sayısı



Şekil 3. Antibiyotik Direnç İndeksi Değeri.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünya genelinde su kaynaklarından izole edilen *E. coli* izolatlarının antibiyotik direnç düzeyleri irdelendiğinde; Nijerya'daki yüzey sularında 96 *E. coli* izolatındaki direnç düzeyleri % olarak; amfisilin 86,5, sefuroksim 74, kloramfenikol 4,2, siprofloksasin 11,5, gentamisin 2,1, nalidiksik asit 70,8 ve tetrasiklin 71,9 (Vincent vd., 2010), Osun Eyaleti (Nijerya)'nden seçilen nehirlerden izole edilen *E. coli* izolatlarında hassasiyet oranını sırasıyla siprofloksasin %96, kanamisin %95, neomisin %92, streptomisin %84, kloramfenikol %73, nalidiksik asit %66, nitrofurantoin %64, gentamisin %63, doksisisiklin %58, sefepim %57, tetrasiklin %49 ve sefalotin %42, ayrıca tüm izolatların imipenem, meropenem, amikasin ve gatifloksasine karşı duyarlı olduğu rapor edilmiştir (Titilawo vd., 2015). Yine çeşitli *E. coli* izolatlarındaki antibiyotik direnç düzeyleri; Polonya'da bir atık su arıtma tesisi etkisi altında bulunan akarsuda nehrin üst ve alt kısmında izole edilen 18 ve 45 izolatın % olarak sırasıyla; amikasin: 33,3 ve 26,7, gentamisin: 11,1 ve 44,4, streptomisin: 100 ve 97,8, amfisilin: 83,3 ve 91,1, sefazolin:

38,9 ve 70, sefotaksim: 5,6 ve 15,6, sefuroksim: 5,6 ve 20, tetrasiklin: 61,1 ve 82,2 ve kloramfenikol: 5,6 ve 37,8 olarak (Kocuzura vd., 2012); Pakistan (Haydarabad)'da amfisilin: %88,89, nalidiksik asit: %92,60, sefotaksim: %18,52, iken amikasin'e karşı hassasiyet %100 olarak rapor edilmiştir (Patoli vd., 2010). Amerika'da eğlence amaçlı kullanılan tatlı su plajından izole edilen 147 *E. coli* izolatının antibiyotik direnç düzeyleri sefazolin: %2, gentamisin: %1, tetrasiklin: %6 ve amfisilin: %26 (Alm vd., 2014); Çin'in Hangzhou şehrinin içme suyu kaynağı potansiyelindeki iki akarsudan toplanan su numunelerinden izole edilen *E. coli* izolatlarının %20'nin üzerinde amfisilin, kloramfenikol, sülfametoksazol ve tetrasikline karşı direnç rapor edilmiştir (Chen vd., 2017). Queensland'ın güneydoğusunda (Avustralya) 57 bölgeden toplam 171 örnek toplanmış ve izole edilen *E. coli* izolatlarında amfisilin, tetrasiklin, sefuroksim ve siprofloksasin'e karşı %15'in üzerinde direnç görüldüğü ifade edilmiştir (Watkinson vd., 2017).

Ülkemizde Küçükçekmece Lagününden (İstanbul) izole edilen *E. coli* izolatların için, kloramfenikol, tetrasiklin, nalidiksik asit, amfisilin, imipenem, seftazidim, amikasin, streptomisin ve amoksilin + klavulonik asit antibiyotik seçimleri ile antibiyogram testleri yapılmış ve *E. coli*'nin %62,50 ile amfisilin karşı direnç gösterdiği tespit edilmiştir (Doğan, 2008). Giresun ili içme suları izolatlarındaki (n=250) antibiyotik direnç düzeyleri eritromisin: %50,8, sefazolin: %37,2, sefotaksim: %38,8, sefuroksim: %33,2, nalidiksik asit: %32,4, amfisilin: %27,6, amikasin: %12,4, tetrasiklin: %30 ve kloramfenikol: %29,6 olarak rapor edilmiştir. Ayrıca, çalışmada tüm izolatların %64,8'inin ÇAD referans değerinden yüksek olduğu da belirlenmiştir (Yıldız, 2016). Mevcut çalışmamız ile farklı zamanlarda gerçekleştirilen bir diğer araştırmada Batlama Deresi'nden izole edilen *Enterobacteriaceae* üyelerinin antibiyotik direnç düzeyleri amfisilin: %75, eritromisin: %64, nalidiksik asit: %48, tetrasiklin: %39, AN: %34, sefazolin ve kloramfenikol: %33, sefuroksim: %32 ve sefotaksim: %23 olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada izolatların %77'sinin ÇAD referans değerini aştığı vurgulanırken, iki izolatın test edilen tüm antibiyotiklere karşı direnç gösterdiği de kayıt edilmiştir (Akkan, 2017). Yine, Giresun kıyı şeridi deniz suyu örneklerinden izole edilen *Enterobacteriaceae* izolatlarının antibiyotik direnç düzeyleri % olarak sırasıyla, eritromisin: 82, sefazolin: 46, sefotaksim: 50,5, amikasin: 41,5, nalidiksik asit: 34,5, tetrasiklin: 30,5, kloramfenikol: 36,5, sefuroksim: 35,5 ve amfisilin:15,5 olarak tespit edilmiştir (Mutlu & Akkan, 2016). Giresun'dan farklı balıkçı tezgâhlarından toplanan balıklardan izole edilen toplam 134 izolatın antibiyotik direnç düzeyleri ise sırasıyla; eritromisin: %85,07, sefazolin: %79,85, sefotaksim: %78,36, sefuroksim: %71,64, nalidiksik asit: %60,45, amfisilin: %58,96, amikasin: %53,73, tetrasiklin: %47,76 ve S: %17,91 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca, ÇAD referans değerini aşan izolatların oranını %88,05 olarak belirtirken yine izolatların yüksek düzeyde ağır metal dirençliliği taşıdığını da ifade etmişlerdir (Sipahi vd., 2013).

Ülkemizin su potansiyeli bakımından en önemli havzalarından biri olan Doğru Karadeniz Havzası'nda yer alan ve Giresun ilinin merkez ilçe sınırları içerisinde içme suyu başta olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılan Batlama Deresi suyundan elde edilen *E. coli* izolatlarının mevcut antibiyotik direnç düzeyleri tüm çalışma boyunca amfisilin, tetrasiklin, nalidiksik asit, eritromisin, kloramfenikol, sefazolin, sefuroksim, amikasin ve sefotaksime karşı görülen direnç % ifade ile sırasıyla; 59, 50,8, 44,4, 42,9, 38,1, 36, 35,9, 29,6 ve 28,4 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, yüzey suyu örneklerinden izole edilen toplan 116 izolattan 7 izolat test edilen tüm antibiyotiklere karşı hassas iken, 3 izolat tüm antibiyotiklere karşı direnç göstermiştir. Yine, 116 izolattan 109 izolatın en az 1 ve daha fazla antibiyotiğe karşı direnç gösterdiği tespit edilmiştir. İzolatların insan ya da hayvan kaynaklı antibiyotiklere yoğun miktarda maruz kaldığını belirlemek için kullanılan ÇAD indeks değeri referans değer olan 0,2'den yüksek olan 85 izolata rastlanılmış ve bu değer tüm izolatların %73,28'i gibi büyük bir orana karşılık geldiği kayıt edilmiştir. Yine, ortamdaki antibiyotik kirliliğinin göstergesi olarak kabul edilen indekslerden bir diğeri olan ARI değerinin 0,3-0,6 aralığında değiştiği, yıllık ortalama değerinin ise 0,4 olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak gerek dünya çapında gerekse de ülkemiz genelinde son derece önem arz eden kullanılabilir nitelikteki tatlısu kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla; mevcut risk analizlerinin belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen bu çalışmada varlığı bile su kaynakları için tehdit oluşturan *E. coli*'nin tespit edilmesi Batlama Deresi'nin bakteriyolojik yönden sürekli izleme programına tabi tutulması zorunluluğuna karşılık gelmektedir. Ayrıca, küresel çapta diğer bir felaket senaryolarının önde gelen sorunlarından biri olarak ifade edilen antibiyotik dirençliliğinin de yine Batlama Deresi'ndeki *E. coli* izolatlarında yüksek oranda tespiti, ÇAD ve ARI gibi indeks değerlerin yine yüksek oranlarda seyretmesi zaman kaybedilmeden bir an önce gerekli tedbirlerin alınması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Aksi halde, mevcut durumun korunamaması, gerekli tedbirlerin alınmaması durumunda Giresun için marka değeri olan Batlama Deresi, yöre halkı ve deşarj olduğu Karadeniz ekosistemi için büyük risk oluşturacaktır. Bu nedenlerden dolayı her ne kadar ülkemizin de dâhil olduğu birçok ülkenin yasal düzenlemelerinde dahi adı geçmeyen antibiyotik dirençli bakterilerin tespiti ve/veya varlığı-yokluğu bir an önce su kaynaklarımızdaki standart kalite kriterleri arasında yer alması gerektiği sonucu da ortaya çıkmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma makalesi Tekin TOPKARAOĞLU tarafından hazırlanan Yüksek Lisans Tez'inden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akkan, T. (2017).** Antibiotic resistance case study: *Enterobacteriaceae* isolated from Batlama Creek in Giresun, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **5**(8), 969-972. Doi: 10.24925/turjaf.v5i8.969-972.1262.
- Alm, E.W., Zimble, D., Callahan, E. & Plomaritis, E. (2014).** Patterns and persistence of antibiotic resistance in faecal indicator bacteria from freshwater recreational beaches. *Journal of Applied Microbiology*, **117**, 273-285. Doi: 10.1111/jam.12512.
- Anonim. (2003).** *Water for people water for life*. The United Nations World Water Development Report.
- APHA. (1992).** *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th ed. American Public Health Association, USA, Washington, DC.
- Avcı, V. & Sunkar, M. (2015).** Giresun'da sel ve taşkın oluşumuna neden olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi havzalarının morfometrik analizleri. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, **30**, 91-119.
- Aydin Uncumusaoglu, A. & Akkan, T. (2017).** Assessment of water quality of Yağlıdere Stream (Turkey) using multivariate statistical techniques. *Polish Journal of Environmental Studies*, **26**(4), 1715-1723. Doi: 10.15244/pjoes/68952.
- Aydin Uncumusaoglu, A. & Mutlu, E. (2019).** Evaluating spatial and temporal variation in Tuzaklı Pond water using multivariate statistical analysis. *Polish Journal of Environmental Studies*, **28**(5), 3861-3874. Doi: 10.15244/pjoes/99103.
- Aydin Uncumusaoglu, A. (2018).** Statistical assessment of water quality parameters for pollution source identification in Bektaş Pond (Sinop, Turkey). *Global Nest Journal*, **20**(1), 151-160. Doi: 10.30955/gnj.002369.
- Balcıoğlu, E.B. (2019).** Seasonal changes of LAS, phosphate, and chlorophyll-a concentrations in coastal surface water of the Prince Islands, Marmara Sea. *Marine Pollution Bulletin*, **138**, 230-234. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.11.027.
- Bat, L., Şahin, F. & Öztekin, A. (2019).** Assessment of heavy metals pollution in water and sediments and polychaetes in Sinop Shores of The Black Sea. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, **22**(5), 806-816. Doi: 10.18016/ksutarimdog.v22i45606.535882.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M.M., Sherris, J.C. & Turck, M. (1966).** Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, **45**, 493-496. Doi: 10.1093/ajcp/45.4_ts.493.
- Çetinkaya, O., Sarı, M., Şen, F., Arabacı, M. & Duyar, H.A. (1994).** Van Gölüne dökülen Karasu Çayının Limnolojik özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, **4**(1), 151-168.
- Chen, Z., Yu, D., He, S., Ye, H., Zhang, L., Wen, Y. & Chen, S. (2017).** Prevalence of antibiotic-resistant *Escherichia coli* in drinking water sources in Hangzhou City. *Frontiers in Microbiology*, **8**(1133), 1-11. Doi: 10.3389/fmicb.2017.01133.
- Doğan, D. (2008).** *Küçükçekmece Lagünü'nden (İstanbul) izole edilen enterik bakterilerin antibiyotik direnç profili*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye. 89s.
- Farmer, J. (1999).** *Enterobacteriaceae: Introduction and identification*, İn: Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, (Eds). *Manuel of Clinical Microbiology*, ASM Pres., 442-459.
- Giresun İl Çevre Durum Raporu. (2014).** Giresun İli 2013 yılı çevre durum raporu, Giresun Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 121 sayfa, Giresun, 2014.
- Hinton, M. & Linton, A. (1983).** Antibacterial drug resistance among *Escherichia coli* isolated from calves fed milk substitute. *Veterinary Record*, **112**, 567-568. Doi: 10.1136/vr.112.24.567.
- Kırıs, E. & Baltas, H. (2019).** Sediment distribution coefficients (Kd) and bioaccumulation factors (BAF) in biota for natural radionuclides in eastern Black Sea coast of Turkey. *Microchemical Journal*, **149**, Doi: 10.1016/j.microc.2019.104044.
- Koczura, R., Mokracka, J., Jablonska, L., Gozdecka, E., Kubek, M. & Kaznowski, A. (2012).** Antimicrobial resistance of integron-harboring *Escherichia coli* isolates from clinical samples, wastewater treatment plant and river water. *Science of the Total Environment*, **1**(414), 680-685. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.10.036.
- Krumperman, P.H. (1985).** Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. *Applied and Environmental Microbiology*, **46**, 165-170.
- Leventeli, Y., Yalcin, F. & Kilic, M. (2019).** An investigation about heavy metal pollution of Duden and Goksu Streams (Antalya, Turkey). *Applied Ecology and Environmental Research*, **17**(2), 2423-2436. Doi: /10.15666/aeer/1702_24232436.
- Minareci, O. & Bazer, M. (2019).** Küçük Menderes Nehri yüzey suyunda anyonik deterjan kirliliği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **19**(2), 267-274. Doi: 10.35414/akufemubid.554586.
- Mutlu, C. & Akkan, T. (2016).** Determination of antibiotics resistance levels in *Enterobacteriaceae* isolated from Giresun Coasts. *Turkish Journal of*

- Agriculture: Food Science and Technology*, 4(8), 640-650. Doi: 10.24925/turjaf.v4i8.640-650.721.
- Mutlu, E. & Aydin Uncumusaoğlu, A. (2018).** Analysis of spatial and temporal water pollution patterns in Terzi Pond by using multivariate statistical methods. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 2900-2912.
- NCCLS. (1997).** *National Committee for Clinical Laboratory Standards, Approved Standards M2-A6. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests*, 6th edn., NCCLS., Wayne, Pennsylvania.
- Patoli, A.A., Patoli, B.B. & Mehraj, V. (2010).** High prevalence of multi-drug resistant *Escherichia coli* in drinking water samples from Hyderabad. *Gomal Journal of Medical Sciences*, 8(1), 23-26.
- Serdar, O. & Verep, B. (2018).** İyidere ve Çiftekavak Dereleri su kalitesinin fizikokimyasal ve biyotik indeksler kullanılarak incelenmesi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 4(1), 61-71. Doi: 10.29132/ijpas.398725.
- Sipahi, N., Mutlu, C. & Akkan, T. (2013).** Giresun İlinde tüketime sunulan bazı balıklardan izole edilen *Enterobacteriaceae* üyelerinin antibiyotik ve ağır metal dirençlilik düzeyleri. *Gıda Dergisi*, 38(6), 343-349. Doi: 10.5505/gida.2013.55264.
- Titilawo, Y., Sibanda, T., Obi, L. & Okoh, A. (2015).** Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of faecal contamination of water. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(14), 10969-10980. Doi: 10.1007/s11356-014-3887-3.
- Verep, B. & Mutlu, T. (2018).** The water quality of streams flowing into South Eastern Black Sea Coasts in terms of physico-chemical properties. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5A), 3752-3758.
- Vincent, N.C., Veronica, J.U., Stella, I.S., Etinosa, O.I. & Anthony, I.O. (2010).** Multidrug resistance and plasmid patterns of *Escherichia coli* O157 and other *E. coli* isolated from Diarrhoeal stools and surface waters from some selected sources in Zaria, Nigeria. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, 3831-3841. Doi: 10.3390/ijerph7103831.
- Watkinson, A.J., Micalizzi, G.B., Bates, J.B. & Costanzo, S.D. (2017).** Occurrence of antimicrobial resistant *Escherichia coli* in waterways of Southeast Queensland, Australia. *Medical Research Archives*, 5(9), 1-16.
- Yücel, Y. & Çam, A.R. (2019).** Assessment of industrial pollution effects in coastal seawater (Northeastern Mediterranean Sea) with chemometric approach. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-18. Doi: 10.1080/03067319.2019.1660877
- Yıldız, N.E. (2016).** *Giresun İçme Suları Bakteriyolojik Kalitesinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Giresun, Türkiye.

***Corresponding author's:**

Tamer AKKAN

Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, Türkiye

✉E-mail : biyoloji@yahoo.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-9866-4475>

Karadeniz’de Hamsi Ununa Alternatif Olarak Üretilen Çaça Ununun Besin Bileşenlerinin Karşılaştırılması

Barış BAYRAKLI^{1*} Hünkâr Avni DUYAR²

¹Sinop Üniversitesi Meslek Yüksekokulu

²Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi

*<https://orcid.org/0000-0002-1812-3266>, <https://orcid.org/0000-0002-2560-5407>

Received date: 23.10.2019

Accepted date: 16.12.2019

Atf yapmak için: Bayraklı B. & Duyar, H.A. (2019). Karadeniz’de Hamsi Ununa Alternatif Olarak Üretilen Çaça Ununun Besin Bileşenlerinin Karşılaştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 545-550.

How to cite: Bayraklı B. & Duyar, H.A. (2019). Nutritional Composition of Fishmeal Obtained from Different Raw Materials in the Black Sea. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 545-550.

Öz: Bu çalışmada, 2017-2018 av sezonunda Sinop ilinde faaliyet gösteren balık unu-yağı fabrikasının Karadeniz’de avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve çaça (*Sprattus sprattus*) balıklarının işlenmesi ile ürettiği balık ununun besin kompozisyonu araştırılmıştır. Üretilen hamsi ununun çaça balığından elde edilen undan yaklaşık olarak %6 daha yüksek ham proteine sahip olduğu (HBU: %72.56±0.386, ÇBU: %66.68±0.204) tespit edilmiştir. Ham protein bakımından HBU ile ÇBU grupları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). HBU grubunda ham yağ %8.12±0.360, nem %7.78±0.810 ve ham kül %10.75±0.625 değerleri ile ÇBU grubundaki değerler sırasıyla %: 10.73±0.216, 6.41±0.178, 15.23±0.217 arasında da istatistik olarak farklar önemli bulunmuştur (p<0.05). Karbonhidrat değeri HBU ve ÇBU’da sırasıyla %0.80±0.085, 0.96±0.176, enerji değeri ise sırasıyla 366.47±2.237, 367.11±1.824 kcal/g olarak belirlenmiştir. Karbonhidrat ve enerji değerleri bakımından gruplar arasında farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05). Hayvan yem rasyonları için ÇBU ve HBU önemli ham protein kaynaklarıdır. Hamsiye göre çaça balığının av sezonu uzun sürdüğü için bu tür fabrikaların çalışma iş gününü artırması bakımından önemli bir hammadde kaynağı oluşturabilir. Hamsi ve çaça balığının stok yapısı ve populasyon dinamikleri ile ilgili araştırmaların devamlılığı ve sonuçlarının balıkçılık yönetimi tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirme, Türkiye için önemli bir su ürünleri işleme sektörü olan balık unu-yağı fabrikalarının sürdürülebilir hammadde kaynaklarının korunması bakımından oldukça önemlidir.

Anahtar sözcükler: Balık unu, besin kompozisyonu, çaça, *Engraulis encrasicolus*, hamsi, Karadeniz, *Sprattus sprattus*.

Nutritional Composition of Fishmeal Obtained from Different Raw Materials in the Black Sea

Abstract: In this study, the nutritional composition of anchovy and sprat fishmeal produced by a factory operating in Sinop province in 2017-2018 fishing season was investigated. Anchovy meal (HBU) was found to have 6% higher crude protein than sprat meal (CUB). The difference between HBU and CUB groups in terms of crude protein (HBU: %72.56±0.386, CUB: %66.68±0.204) was found to be statistically significant (p<0.05). Differences among crude oil %8.12± 0.360, moisture %7.78±0.810 and crude ash %10.75±0.625 values in the HBU group and the values in the CUB group, respectively %: 10.73± 0.216, 6.41±0.178, 15.23±0.217 were also statistically significant (p<0.05). Carbohydrate value was determined as % 0.80±0.085, 0.96±0.176 and energy value in HBU and CUB 366.47±2.237, 367.11±1.824 kcal/g respectively. The difference between the groups in terms of carbohydrate and energy values was found to be statistically insignificant (p>0.05). It has been found that the CUB and HBU are important raw protein sources for animal feed rations. Sprat fishing season lasts for longer working days of such factories increases. The studies on population dynamics of sprat and evaluation of the results in aquaculture circulars and regulation of length-time bans according to sprat are very important for the protection of sustainable raw material resources of fish-oil factories.

Keywords: Anchovy, Black Sea, *Engraulis encrasicolus*, fishmeal, food composition, sprat, *Sprattus sprattus*.

GİRİŞ

Günümüz dünyasında beslenme alışkanlıklarında ki değişikliğe bağlı olarak obezite ve kalp damar hastalıklarında ciddi artışlar meydana gelmektedir. Bu hastalıkların tedavisinde uzmanlar tarafından çeşitli diyetler önerilmektedir. Bu diyetlerin başında ise başta omega 3 gibi çoklu doymamış yağ asitlerince zengin su ürünleri kaynaklı diyetler gelmektedir (Simolpoulos, 2008).

Dünya da insan nüfusu artarken, avlanan su ürünlerinin artmayacağı ve hatta değişen iklim şartlarına bağlı olarak azalacağı öngörülmektedir (Tacon, 2002). İnsanoğlunun sağlıklı beslenmesi için gerekli olan tek alternatif su ürünleri yetiştiricilik sektörü görülmektedir. FAO (2019)'ya göre yetiştiricilik sektörü son on yıl içerisinde yılda ortalama yüzde 6,6 oranında büyüyerek, dünya çapında en çok gelişen gıda üretim sektörü olmuştur. Hâlihazırda, küresel su ürünleri üretiminin %50'si yetiştiricilikle sağlanmakta olup, kısa vadede yetiştiricilik sektörünün üretim bakımından avcılık sektörünü geçmesi beklenmektedir (FAO, 2019). Ülkemizde de su ürünleri yetiştiriciliği hızla gelişmekte olup, 2000-2017 döneminde 3,5 kat artarak, 79031 tondan 276502 tona yükselmiştir (TÜİK, 2018).

Yetiştiricilik sektöründe meydana gelen büyümeye paralel olarak balık unu ve yağı pazarında üretimin artmadığı ve artmayacağı öngörüldüğünden dolayı fiyatların sürekli artması beklenmektedir (Kristofersson vd., 2004). Dolayısıyla çiftlik balıklarının fiyatını balık unu fiyatları belirlemektedir. Balık unu ve yağı balık besleme çalışmalarında büyümeye olan pozitif etkisinden dolayı, maliyetleri yüksek olmasına rağmen birebir alternatifleri görülmemektedir (Duyar & Bayraklı, 2005; Einarsson vd., 2019).

Türkiye balık unu pazarı yetersiz hammadde nedeniyle iç pazarı karşılayamamaktadır. Türkiye yetiştiricilik sektörüne yem sağlayan fabrikalar, ihtiyacı olan balık ununun %70'lik kısmını ithal etmektedir. Yetiştiricilik sektöründe ki bu artış oranına bakıldığında balık unu ithalatının artacağı tahmin edilmektedir. Ülke ekonomi dengesi için, Türkiye balık unu sektörüne alternatif hammaddeler araştırılmalı ve sürdürülebilir politikalar belirlenmelidir.

Türkiye'de balık unu sektörü Karadeniz'de yoğun olarak avlanan hamsi balığı esas alınarak ulaşımın kolay sağlandığı özellikle Sinop ve Samsun illerinde gelişmiştir (Emir vd., 2012). Ayrıca Trabzon ilinde de faaliyet gösteren fabrikalar mevcuttur. Karadeniz'de faaliyet gösteren fabrikaların ana hammaddesini gırgır ve ortasu trol ağları ile avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) oluşturmaktadır (Özdemir vd., 2006; Özdemir, 2010). Genel olarak Türkiye kıyılarındaki yoğun hamsi avcılığı bittikten sonraki aylarda bölgede bulunan fabrikalar ortasu trolü ile avlanan çaça (*Sprattus sprattus*) balığını işleyerek üretime ve sektöre

büyük katkılar sağlamaktadırlar (Özdemir vd., 2010a; Özdemir vd., 2018).

Bu araştırmada, Sinop ilinde faaliyet gösteren bir fabrikanın hamsi ve çaça balığından ürettiği balık ununun besin kompozisyonlarının belirlenmesiyle besinsel içerikleri ortaya konulan çaça ununun, balık ununun ana ham materyali durumunda bulunan hamsi ununa alternatif olma durumu araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Alexandrov 1927) ve çaça (*Sprattus sprattus* Linnaeus, 1758) balıklarından elde edilen balık ununun besin kompozisyonu çalışması yapılmıştır. Analizi yapılan balık unu numuneleri Sinop ilinde kurulu bulunan özel bir balık unu ve yağı fabrikasından 2017 Şubat-Nisan ayları arasında işlenen çaça ile 2017 Kasım ve Aralık aylarında işlenen hamsi balıklarından elde edilen balık unularından 1'er kg'lık torbalarda 2'şer adet alınmıştır.

Besin kompozisyon analizleri (nem, ham protein, ham yağ ve ham kül) standart AOAC yöntemine göre yapılmıştır (AOAC 1990). Toplam karbonhidrat içeriği; ham protein, ham yağ, nem ve ham külün toplamının 100'den çıkarılmasıyla hesaplanmıştır (Ferris vd., 1995; Anonim, 2005). Enerji içeriği; balık unu numunelerinde gram başına kilokalori (kcal / g) olarak ifade edilmiş ve ham protein, toplam karbonhidrat ve ham yağ yüzdesinden hesaplanmıştır. Kullanılan dönüşüm faktörleri, protein ve karbonhidratlar için 4.0 kcal / g ve toplam yağ için 9.0 kcal / g olarak kullanılmıştır (Ferris vd, 1995, Merrill & Watt, 1973). Toplam Enerji= (Ham protein*4)+(Karbonhidrat*4)+ (Ham Yağ*9).

İstatistiksel değerlendirmede SPSS versiyon 22 yazılımı (SPSS, Chicago, Illinois, ABD) kullanılarak bir tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Duncan'ın, balık yemeklerinin yakın bileşimini değerlendirmek için P <0,05 değerindeki çoklu menzil testi kullanılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada Sinop ili Dikmen ilçesinde kurulu bulunan balık unu ve yağı fabrikasından alınan hamsi ve çaça balığının işlenmesi ile elde edilmiş balık ununun besin kompozisyonunu oluşturan ham protein, ham yağ, nem ve ham kül analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen hamsi ve çaça balık unu değerleri tablo 1'de verilmiştir. Hamsi ununun, çaça unundan yaklaşık %6 daha yüksek ham proteine sahip olduğu (HBU: %72.56±0.386, ÇBU: 66.68±0.204) tespit edilmiştir. Ham protein bakımından hamsi unu ile çaça unu arasında bulunan fark istatistiksel olarak önemli görülmüştür (p<0.05).

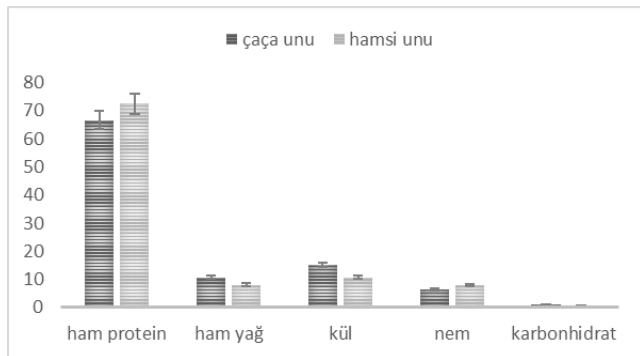
Ham yağ oranı bakımından, ÇBU (%10.73±0.216) hamsi ununa (%8.12±0.360) göre daha yüksek bulunmuş, gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Şekil de görüleceği gibi ÇBU kül oranı (%15.23±0.217) hamsi unundan (%10.75±0.625) daha yüksek olduğu ve farkın istatistiki olarak önemli bulunduğu (P<0.05) tespit edilmiştir. Nem oranının hamsi ununda (%7.78±0.810) daha yüksek olduğu ve çaça unu nem oranı (%6.41±0.178) ile olan bu farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

HBU ve ÇBU karbonhidrat değerleri sırasıyla %0.80±0.085, %0.96±0.176, enerji değerleri sırasıyla 366.47±2.237 kcal/g, 367.11±1.824 kcal/g olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasında istatistiki farkların önemsiz olduğu bulunmuştur (p>0.05).

Tablo 1. Hamsi ve çaça balık ununun besin kompozisyonu (%).

Besin İçeriği	HBU	ÇBU
Ham Protein (%)	72.56 ± 0.386 ^a	66.68 ± 0.204 ^b
Ham Yağ (%)	8.12 ± 0.360 ^a	10.73 ± 0.216 ^b
Kül (%)	10.75 ± 0.625 ^a	15.23 ± 0.217 ^b
Nem (%)	7.78 ± 0.810 ^a	6.41 ± 0.178 ^b
Karbonhidrat (%)	0.80 ± 0.085 ^a	0.96 ± 0.176 ^a
Enerji (kcal / g)	366.47 ± 2.237 ^a	367.11 ± 1.824 ^a

Her bir gruptaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).



Şekil 1. Hamsi ve çaça balık ununun besin kompozisyonu (%).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Balık unu, hayvan yetiştiriciliğinde özellikle balık yemlerinin en önemli protein kaynağıdır (Solar ve ark. 2005). Balık unu ham protein oranları birçok araştırmada değişkenlik göstermektedir. Yıldırım (2006) yılında yaptığı çalışmada hamsi ununun ham protein oranının %71 olduğunu, Cozzolino vd. (2002), değişik hammaddelerden elde edilen balık unlarında ham protein oranını %60.50-72.80 arasında değiştiğini, Zarkadas (1986) tarafından yapılan çalışmada balık artıklarından elde edilen unda %65.8 olduğunu, De Koning (2002)'in yaptığı çalışmada hamsi, uskumru ve balık artıklarından elde edilen balık unlarında %61.56-68.26 arasında değiştiğini, yine De Koning (2005)'in bir başka çalışmasında değişik hammaddelerden elde edilen balık unlarında %60-70 arasında olduğunu, Cho vd. (1987) hamsi ununda %65.70 ve karides ununda %59.80 değerlerini aldığını, Kausoulaki vd. (2009) ringa ununda %77 oranında

olduğunu, Bassompierre vd. (1998) sardalya ununda %73.10 protein miktarlarının olduğunu bildirmişlerdir. Moghaddam vd. (2007) kilka ununda ham protein oranını %59.1±2.02 olarak bildirmiş ve dünya balık unu pazarında ham protein oranlarının hamsi ununda %64.2, ringa ununda %72.3 ve menhaden ununda %60.5 olduğunu belirtmişlerdir. Duyar & Bayraklı (2005) 2000-2005 yılları arasında Sinop ilinde kurulu bulunan fabrikalardan aldıkları hamsi unu numunelerinde ham protein oranının %66.50 ile %76.00 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, hamsi ununun ham protein oranı çaça unundan daha yüksek bulunmuştur. Grupların ham protein oranları arasında ki farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiş (P<0,05) ve balık ununda ham protein oranının hammadde türüne göre değiştiği belirlenmiştir.

Su ürünleri sirkülerine göre çaça balığı ile ilgili boy yasağı uygulanmamaktadır. Dolayısıyla avlanan çaça balığı tam olarak gelişmemiş ve küçük boyda avlanmaktadır. Ayrıca çaça, av sezonunun uzun olması ve av tonajının bir fabrikanın günlük işleme kapasitesinin altında kalmasından dolayı fabrikanın toplama havuzlarında biriktirilmektedir. Balığın tazelik değerlerinin bozulmasıyla işleme sürecinde uygun presleme yapılamamaktadır. Balık ununda protein kalitesi ve miktarı, kullanılan balığın türüne (Ponce & Gernat, 2002), hammadde tazeliğine (Bayraklı & Duyar, 2016) göre değişmektedir. Bu bakımdan protein miktarındaki değişimlerin bizim çalışmamızda da belirtilen faktörlere göre oluştuğu tahmin edilmektedir.

Değişik hammaddelerden elde edilen balık unlarında ham yağ oranını Yıldırım (2006) yılında yaptığı çalışmada hamsi ununda %9 olduğunu, Cozzolino vd. (2002) %4.8-17.3 arasında değiştiğini, Zarkadas (1986) tarafından yapılan çalışmada balık artıklarından elde ettikleri unda % 3.4 oranında olduğunu, De Koning (2002)'in yaptığı çalışmada değişik hammaddelerden elde edilen balık unlarında %10.28-%14.49 arasında değiştiğini, yine De Koning (2005)'in bir başka çalışmasında değişik hammaddelerden elde edilen unlarda %10-15 oranı arasında olduğunu, Barlow ve Pike (1977)'nin çalışmasında hamsi ve sardalya unlarında %7 ile %13 arasında değiştiğini, Cho vd. (1987) hamsi ununda %10.4, karides ununda %5.6 oranında olduğunu, Kausoulaki vd. (2009) ise ringa ununda %7.44 oranında, Bassompierre ve ark. (1998) sardalya ununda %10.6 olarak bildirmişlerdir. Moghaddam vd. (2007) çalışmalarında kilka ununda ham yağ oranının %22.9±1.91 ve dünya balık unu pazarında ham yağ oranlarının hamsi ununda %5.0, ringa ununda %10 ve menhaden ununda %9.4 olduğunu belirtmişlerdir. Duyar ve Bayraklı (2005) Sinop ilinde kurulu bulunan fabrikalardan aldıkları hamsi unu numunelerinde ham yağ oranının %7.70 ile %14.20 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Elde edilen ham yağ oranları diğer araştırmacıların elde ettiği değerler ile benzerlik göstermektedir. Balık ununda kimyasal kompozisyon; balığın türüne, hammadde tazeliğine ve pres işlemine göre değişim gösterebilmektedir (Ponce & Gernat,2002; Bayraklı & Duyar, 2016).

Balık ununda bakteriyel gelişimin minimum olması için balık ununda nem oranının %10'un altında olması istenir. Kausoulaki vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada ringa unlarında nem oranını %7.1 değerinde olduğunu, Bassompierre vd. (1998) sardalya ununda %7.6 oranında bulunduğunu, Cozzolino vd. (2002) %3.4-14.0 arasında değiştiğini, De Koning (2005)'in çalışmasında değişik türlerde balıklardan elde edilen unlarda nem oranının %5-10 arasında değiştiğini, Cho vd. (1987)'in çalışmasında hamsi ununda %5.5 oranında bulunduğunu, karidesten elde edilen unda ise %5.5 oranında bulmuşlardır. Moghaddam vd. (2007), İran'da farklı fabrikalarda üretilen kilka balık unlarında yaptıkları çalışmada nem oranını %5.5 oranında olduğunu ve dünya balık unu pazarında üretilen hamsi, ringa ve menhaden unlarında nem oranının sırasıyla %8.0, 7.0 ve 8.0 olduğunu bildirmişlerdir. Kurutma sıcaklığı, kurutma işleme yöntemi ve hammadde tazeliği balık ununda nem oranını etkilemektedir. Bu bakımdan nem miktarındaki değişimlerin bizim çalışmamızda da belirtilen faktörlere göre oluştuğu tahmin edilmektedir.

Değişik ham maddelerden elde edilen balık unlarında ham kül oranını Cozzolino vd. (2002) % 11.4-23.7 arasında değiştiği, Barlow ve Pike (1977) ringa unlarında %10.1 oranında, Storebakken vd. (2000)'in bir araştırmasında %11.9 oranında olduğu, De Koning (2005) tarafından yapılan bir çalışmada %10-25 arasında değiştiğini, Kausoulaki vd. (2009), ringa ununda %10.34 oranında olduğunu, Moghaddam vd. (2007) kilka ununda kül oranını %13.2 olduğunu, Bassompierre vd. (1998), sardalya ununda % 9.7 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar bizim çalışmada elde edilen ham kül oranları ile benzerlik göstermektedir. Zarkadas (1986), balık artıklarından elde edilen unda % 20, Cho vd. (1987), hamsi ununda % 15.7 ve karides ununda % 26.4 olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ise yapılan çalışmada elde edilen değerlerden yüksek bulunmuş olup balık unu kimyasal kompozisyonun balığın türüne, tüm balıktan mı yoksa balık artıklarından yapıp yapılmadığına göre değiştiği bildirilmiştir (Bayraklı & Duyar, 2016). Hamsi ve çaça unu arasında meydana gelen bu farkın balık türüne göre değiştiği tahmin edilmektedir.

Sonuç olarak, balık unu yem rasyonlarında protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Hamsi unu çaça unundan %6 daha fazla ham protein içermektedir. Hamsi ve çaça unundan elde edilen sonuçlara göre her ikisi de yem rasyonları için oldukça önemli protein kaynaklarıdır. Karma yemlerde protein kaynağı olarak antibiyotik etkisi azaltılabileceği ve alerjik reaksiyonları artıracığı konusunda tartışmalar yapılan bitkisel GDO'lu ürünler kullanılmaya başlanmıştır. Bu türlü ürünler yerine balıklarda belirlenemeyen büyümeye etkisi olan balık ununun kullanılması ve tüm alternatif kaynakların araştırılması önerilmektedir.

Karadeniz'de kısıtlı bir sahada sadece sürü yapısı gereği ortasu trolü ile etkin avcılığı yapılabilen çaça balığı hem gırgır ağları hem de ortasu trolü ile avlanan hamsi kadar

yoğun avlanamamaktadır (Erdem vd., 2008). Önceki yıllarda hamsinin Romanya ve Bulgaristan kıyılarından inerek Türkiye kıyılarına ulaştığı Kasım ayında başlayan avcılığı Aralık ve Ocak aylarında yüksek değere ulaşmış Şubat ayında azalarak tamamlanırken, günümüzde avcılığın başlaması Eylül-Ekim gibi daha erken dönemlere kadar ulaşmıştır. Bu durum hamsi avcılığının Türkiye kıyılarındaki avlanma süresinin erken biterek kısılmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte av sezonu boyunca parça sürüler oluşturarak az miktarlarda da avlanabilen çaça balığının avlandığı süre dönem dönem hamsi balığından biraz daha uzun olabilmektedir. Özellikle ilkbaharda Mart ayında başlayıp Nisan ayında en yüksek miktarlarına ulaşmaktadır. Dolayısıyla Karadeniz'de sadece ortasu trolü ile başarılı bir şekilde avlanabilen çaça balığı hamsi üzerindeki av baskısını azaltırken balık unu fabrikalarının da çalışma iş gününü artırması bakımından oldukça önemli bir alternatif hammadde (Özdemir vd., 2007; Erdem & Özdemir, 2008; Özdemir vd., 2010b).

Özellikle su ürünleri yetiştiriciliği ile diğer hayvan türlerinin yetiştiriciliğinde kullanılan yemlerde birebir alternatifleri bulunmayan balık ununun doğru politikalarla üretilmesi gerekmektedir. Çaça balığının popülasyon dinamikleri ile ilgili çalışmaların yapılması ve sonuçlarının ticari su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğde değerlendirilerek çaça balığına göre boy ve zaman yasaklarının düzenlenmesi balık unu-yağ fabrikalarının sürdürülebilir hammadde kaynaklarının korunması ve ekonomik değeri ile ön plana çıkan hamsi balığı üzerindeki av baskısını azaltacağından oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

- AOAC. (1990).** Official methods of analysis of AOAC international, Edited Patrica Cunniff. Chapter 35, *Fish and other marine products, AOAC official methods of analysis* 938.08. Chapter 35, Chapter Editor James M. Hungerford. Published AOAC International, ISBN 0-935584-54-4 and ISSN 1080-0344.
- Anonim. (2005).** *Code of federal regulations*. FDA, HHS, 21, part 101.9.
- Barlow, S.M. & Pike, I.E. (1977).** The role of fat in fish meal in pig and poultry nutrition. *Technical Bulletin*, No: 4, International Association of Fish Meal Manufacturers. Potters Bar, UK.
- Bassompierre, M., Larsen, K.L., Zimmerman, W. & McLean, E. (1998).** Comparison of chemical, electrophoretic and in vitro digestion methods for predicting fishmeal nutritive quality. *Aquaculture Nutrition*, 4, 233-239.
- Bayraklı, B. & Duyar, H.A., (2016).** The effect of raw freshness on fish meal quality. *Int'l Journal of*

- Advances in Agricultural & Environmental Engg.* (IJAAEE) 3(2), 266-268.
- Cho, H.O., Byun, M.W., Kwon, J.H. & Lee, J.W. (1987).** Effect of gamma irradiation and ethylene oxide fumigation on the quality of dried marine products (shrimp, anchovy). *The Korean Journal of Food Hygiene*, 2(1), 21-27.
- Cowey, C.B. & Cho, C.Y. (1992).** Failure of dietary putrescine to enhance the growth of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49, 2469-2473.
- Cozzolino, D., Chree, A., Murray, I. & Scaife, R. (2002).** The assessment of the chemical composition of fishmeal by near infrared reflectance spectroscopy. *Aquaculture Nutrition*, 8, 149-155.
- De Koning, A.J. (2002).** Quantitative quality tests for fish meal. II. An investigation of the quality of south African fish meals and the validity of a number of chemical quality indices. *International Journal of Food Properties*, 5(3), 495-507.
- De Koning, A.J. (2005).** Properties of South African fish meal: A review. *South African Journal of Science*, 101(1-2), 21-25.
- Duyar, H.A. & Bayraklı, B. (2005).** Sinop ilinde bulunan su ürünleri işleme tesislerinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *SÜMDER*, 4, 53-56.
- Emir, M., Karadağ, O.H., Ege, F. & Ceyhan, V. (2012).** Türkiye’de balık unu ve yağ ı üretimi ve ticareti: mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri. 10. *Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, 5-7 Eylül 2012, Konya, Türkiye, 828-838.
- Erdem, Y. & Özdemir, S. (2008).** Karadeniz kıyılarında çift tekneyle çekilen ortasu trolü ile bazı pelajik balıkların avcılığı. *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 78-82.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Satılmış, H.H. & Birinci Özdemir, Z. (2008).** Ortasu trolü ile gündüz iki farklı periyotta avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.)’nin av verimi ve boy kompozisyonu. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1), 17-23.
- Einarsson-Matís, M.I., Jokumsen, A., Baek, A.M., Jacobsen, C., Pedersen, S.A., Samuelsen, T.A., Palsson, J., Eliassen, O. & Flesland-Triplene, O. (2019).** Nordic centre of excellence network in fishmeal and fish oil. *Technical Report*, 1-119. Doi: 10.5281/zenodo.3243334
- FAO. (2019).** *Fishery and aquaculture statistics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/ca5495t/CA5495T.pdf>
- Ferris, D.A. & Shanklin, C.W. (1993).** Cost of alternative methods of disposal of food waste in a university food service operation. *National Association of College and University Food Service Journal*, 26(10), 49-56.
- Kousoulaki, K., Albrektsen, S., Langmyhr, E., Olsen, O.J., Campbell, P. & Aksnes, A. (2009).** The water soluble fraction in fish meal (stick water) stimulates growth in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) given high plant protein diets. *Aquaculture*, 289, 74-83.
- Kristofersson, D. & Anderson, J.L. (2004).** *Structural breaks in the fishmeal - soybean meal price relationship*. Peer Review: No. In: Proceedings of the Twelfth Biennial Conference of the International Institute of Fisheries Economics & Trade, July 20-30, 2004, Tokyo, Japan: What are Responsible Fisheries? Compiled by Ann L. Shriver. International Institute of Fisheries Economics & Trade, Corvallis, Oregon, USA, 2004. CD ROM. ISBN 0-9763432-0-7
- Merrill, A.L. & Watt, B.K. (1973).** *Energy value of foods, basis and derivation* (No: 74-85). Human Nutrition Research Branch, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.
- Moghaddam, H.N., Mesgaran, M.D., Najafabadi, H.J. & Najafabadi, H.J. (2007).** Determination of chemical composition, mineral contents, and protein quality of Iranian Kilka fish meal. *International Journal of Poultry Science*, 6(5), 354-361.
- Özdemir, S., Erdem Y., Satılmış, H.H. & Birinci-Özdemir, Z. (2006).** Karadeniz’de ortasu trolü ile gece süresince avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758)’nin av verimi ve boy kompozisyonunun belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23,(3-4), 417-421.
- Özdemir, S., Erdem Y., Satılmış, H.H., Birinci-Özdemir, Z. & Erdem, E. (2007).** Ortasu iki farklı av sahasında ortasu trolü ile avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.)’nin sürü yapısı ve av veriminin incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(1), 33-40.
- Özdemir, S. (2010).** Karadeniz’de sürdürülebilir hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) avcılığında ortasu trolünün önemi. *I. Ulusal Hamsi Çalıştayı, Sürdürülebilir Balıkçılık, Bildiriler Kitabı*, (17-18 Haziran 2010) Trabzon, 129-135s.
- Özdemir, S., Satılmış, H.H., Birinci-Özdemir, Z., Erdem, E. & Gönener, S. (2010a).** Karadeniz’de 2005-2009 av sezonlarında ortasu trolü ile avlanan hamsinin (*Engraulis encrasicolus* L.) boy kompozisyonlarının karşılaştırılması. *I. Ulusal Hamsi Çalıştayı, Sürdürülebilir Balıkçılık, Bildiriler Kitabı*, 17-18 Haziran 2010, Trabzon, 136-144s.
- Özdemir, S., Erdem, E., Aksu, H. & Birinci-Özdemir, Z. (2010b).** Çift tekne ile çekilen ortasu trolü ile avlanan bazı pelajik türlerin av kompozisyonu ve boy-ağırlık ilişkilerinin belirlenmesi. *Journal of FisheriesSciences*. 4(4), 427-436.
- Özdemir, S., Erdem Y., Birinci-Özdemir, Z., Erdem E. & Aksu, H. (2018).** Karadeniz’de avlanan çaça

- (*Sprattus sprattus* L.) ve hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) balıklarının büyüme parametreleri ve ölüm oranlarının tahmini. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, **4**(2), 106-115.
- Ponce, L.E. & Gernat, A.G. (2002).** The effect of using different levels of Tilapia by-product meal in broiler diets. *Poultry Science*, **81**(7), 1045-1049.
- Simopoulos, A.P. (2008).** The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, **233**(6), 674-688.
- Storebakken, T., Shearer, K.D., Baeverfjord, G., Nielsen, B.G., Asgard, T., Scott, T. & De Laporte, A. (2000).** Digestibility of macronutrients, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed diets with wheat gluten. *Aquaculture*, **184**, 115-132.
- TÜİK. (2018).** *Türkiye İstatistik Kurumu. Su Ürünleri İstatistikleri.*
- Yıldırım, Ö. (2006).** Sinop ili balık unu-yağı fabrikalarının mevcut durumu ve Türkiye balık unu-yağı üretimindeki yeri. *Science and Engineering Journal of Fırat University*, **18**(1), 73-79.
- Zarkadas, C.G. (1986).** The amino acid and mineral composition of white fish meal containing enzyme digested or untreated stick water solids. *Animal Feed Science and Technology*, **14**, 291-305.

***Corresponding author's:**

Barış BAYRAKLI

Sinop Üniversitesi, Türkiye.

✉E-mail: barisbayrakli@gmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-1812-3266>


Phone : +90 (368) 271 57 38 / 6645

Fax : +90 (368) 271 57 42

GSM : +90 (544) 2022534

Artvin İli Tatlı Su Ekosistem Sedimentlerin'de Ağır Metallerin Çevresel Ekolojik Risk Etkilerinin Alansal ve Zamansal Değerlendirilmesi

Koray ÖZŞEKER

*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Trabzon, TÜRKİYE
: <https://orcid.org/0000-0002-7044-1843>

Received date: 22.10.2019

Accepted date: 16.12.2019

Atf yapmak için: ÖZŞEKER, K. (2019). Artvin İli Tatlı Su Ekosistem Sedimentlerin'de Ağır Metallerin Çevresel Ekolojik Risk Etkilerinin Alansal ve Zamansal Değerlendirilmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 551-559.

How to cite: ÖZŞEKER, K. (2019). Spatial and Temporal Assessment of Environmental Ecological Risk Effects of Heavy Metals in Freshwater EcosystemSediments in Artvin Province. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 551-559.

Öz: Bu çalışmada, doğal ve antropojenik kaynaklı metal kirliliğinin ekolojik risk durumu Artvin ilinde bulunan tatlı su ekosistem sedimentlerinde fizikokimyasal parametreler ile birlikte alansal ve zamansal olarak incelenmiştir. Tatlı su ekosistemleri bölgede bulunan baraj gölleri ve bu gölleri besleyen dereler olmak üzere iki alt kategoride irdelenmiştir. Bu kapsamda araştırma her bir baraj gölü için 4'er istasyon ve baraj göllerini besleyen her bir dere için 3'er istasyon olmak üzere 21 farklı istasyon belirlenerek yapılmıştır. Örnekler 2-75 m derinlik aralığından elde edilmiştir. Örneklemeler ilkbahar, sonbahar, kış ve yaz olmak üzere dört farklı iklim koşulunda Haziran 2015 ve Eylül 2016 tarihleri arasında mevsimsel olarak yürütülmüştür. Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) araştırılacak elementler olarak seçilmiştir. Ağır metal analizleri ACME analitik kimya laboratuvarında ICP-MS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. En yüksek ortalama metal değerleri sonbahar mevsiminde göl ekosistemleri içerisinde Borçka Baraj Gölü'nde (Cu=361,9 ppm, Pb= 176,8 ppm), dere ekosistemleri içerisinde ise Murgul Deresi'nde (Cu= 801,3 ppm, Pb= 192,7 ppm) olarak tespit edilmiştir. Bölgedeki kirlilik boyutunun ortaya konulması amacıyla sediment zenginleşme faktörü (SEF), kirlilik yük indeksi (PLI), jeoakümülayasyon indeksi (IGEO), toplam ekolojik risk indeksi (RI) ve sediment kalite rehberi (SGV) yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, Cu ve Pb elementlerinin Artvin ili tatlı su ekosistemleri için toksik etki gösterebileceği ve bu ekosistemlerin metal kirliliği açısından orta risk sınıfında yer aldığı ortaya konulmuştur.

Anahtar sözcükler: Ekosistem, Tatlısu, kirlilik, metal

Spatial and Temporal Assessment of Environmental Ecological Risk Effects of Heavy Metals in Freshwater EcosystemSediments in Artvin Province

Abstract: In this study, the ecological risk status of natural and anthropogenic origin metal pollution was investigated spatially and temporally together with physicochemical parameters in the freshwater ecosystem sediments of Artvin province. Freshwater ecosystems are examined in two sub-categories as dam lakes and streams feeding these lakes. In this context, the survey was conducted by identifying 21 different stations, including 4 stations each for each dam lake and 3 stations each for each stream feeding the dam lakes. Samples were obtained from a depth range of 2-75 m. The samples were seasonally conducted between June 2015 and September 2016 under four different climatic conditions: spring, autumn, winter and summer. The highest average metal values were observed in Borçka Dam Lake which is the lake ecosystems (Cu = 361.9 ppm, Pb = 176.8 ppm) and Murgul Stream which is the river ecosystems (Cu = 801.3 ppm, Pb = 192.7 ppm) in the autumn season. Sediment enrichment factor (SEF), pollution load index (PLI), geoaccumulation index (IGEO), total ecological risk index (RI) and sediment quality guide (SGV) methods were used to determine the pollution size in the region. Based on the results of this study, it was concluded that Cu and Pb elements can be toxic effects for freshwater ecosystems in Artvin province and these ecosystems should be evaluated in the medium risk class in terms of metal pollution.

Keywords: Ecosystem, freshwater, metal, pollution.

GİRİŞ

Artvin ili 7436 km²'lik bir alan ile küçük bir bölgeye sahip olmasına rağmen gerek topoğrafyasının dik ve engebeli olması gerekse de özellikle sahil kesimi başta olmak üzere, yoğun yağış alması hasebiyle yılın belli dönemlerinde önemli taşkınlara maruz kalmaktadır (Anonim, 2015). Önemli ölçüde görülen taşkınlar bölgede yüksek erozyona sebebiyet vermektedir.

Artvin il sınırları içerisinde aktif olarak 45 adet ana dere olmakla birlikte yüzlerce kuru dere bulunmaktadır. Maden yataklarınca zengin olan Artvin ilin 'de erozyona bağlı olarak sucul ekosistemlere yüklü miktarlarda ağır metal girişi söz konusudur (Anonim, 2010). Maden Teknik Arama (MTA) ve özel kuruluşların bugüne kadar Artvin İli sınırları içinde yapmış oldukları çeşitli jeoloji ve madencilik çalışmaları sonucunda kayda değer 44 adet bakır-kurşun-çinko, 1 adet demir, 17 adet manganez, 5 adet bakır-molibden ve 5 adet altın yatağı olmak üzere toplam 72 adet metalik maden yatağı olduğunu ortaya konulmuştur (Anonim, 2005). Ayrıca, gelişen teknoloji, nüfusun hızla artması, küresel iklim değişikliği, evsel, endüstriyel ve tarımsal kirlilik kaynakları tatlı su ekosistemleri üzerinde büyük bir baskı oluşturmaktadır (Taş, 2011). Artvin'deki hemen hemen bütün çay ve dereler Çoruh'un kollarını oluşturmaktadır. Toplam uzunluğu 431 km olan Çoruh Nehri'nin Artvin il sınırları içerisindeki uzunluğu 150 kilometredir. Çoruh Nehri'nin 150 km boyunca aktığı Artvin il sınırları içerisinde günümüz itibarıyla Deriner, Borçka ve Muratlı olmak üzere 3 baraj gölü bulunmaktadır.

Eğimi %5 olan Çoruh'un debisi Mayıs ayında 569 m³/sn ile zirveye çıkar. Yıl boyunca en düşük debisi ise 53,09 m³/sn'dir. Çoruh Nehri'nin yılda getirdiği sediment (çökelti) ise 5,8 milyon m³'tür. Bu nedenle nehir havzası Türkiye'de erozyona en fazla maruz kalan bölgeler arasında gösterilir (Anonim, 2005).

Sucul ortamlarda ağır metal kirliliğinin en önemli kaynaklarından bir tanesi de karasal kaynaklı erozyondur. Bu şekilde metal bileşikleri su kolonuna girmekte ve çökeltme sonrasında sediment tabakasında birikmektedirler.

Sedimentlerde biriken değişik kökene sahip bu kirleticiler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerle çökeltme sonrası tekrar su kolonuna geçiş yapabilir. Böylece sedimentler sulu ortamlardaki çevre kirleticileri için bir kaynak özelliğindedirler (Förstner, 1989). Dolayısıyla su ortamlarında var olan kirliliğin belirlenmesinde sediment analizlerinin rolü büyüktür.

Bu çalışma kapsamında sediment analizlerine dayalı ağır metal kirliliğinin mevcut durumunu ekosistem yaklaşımı tespit etmek amacıyla Sediment Zenginleşme Faktörü (SEF), Kirlilik Yük İndeksi (PLI), Jeokümülyasyon İndeksi (I_{GEO}) ve Ekolojik Risk İndeksi (ER) yöntemleri kullanılmıştır (Abraham & Parker, 2008; Çevik vd., 2009; Swarnalatha vd., 2013a; Özşeker, 2019). Ayrıca, sediment tabakasında birikim gösteren metal konsantrasyonları, Sediment Kalite Rehberi (SOQ), Dünya Ortalama Şeyl Değerleri (WASV), Kıta Kabuğu Değerleri (CCV) ve Toksikite Referans Değerleri (TRV) gibi dünya literatüründe kabul görmüş referans değerleri ile irdelenerek bölgenin alansal ve zamansal mevcut durumu ortaya konulması amaçlanmıştır. (Kurupadam vd., 2006; Swarnalatha vd., 2013b).

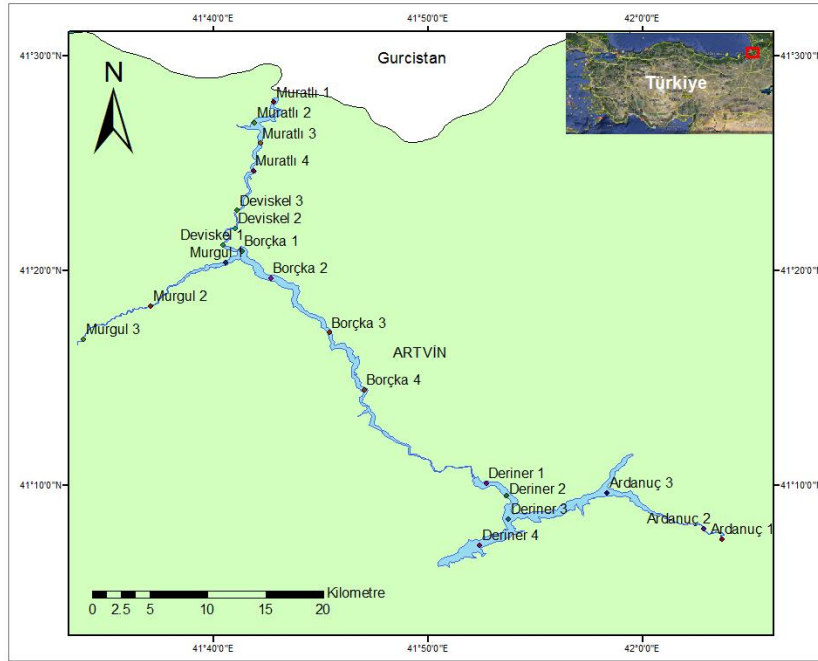
MATERYAL ve METOT

Örnekleme Sahası: Bu çalışma, Artvin ili tatlı su ekosistemlerini bünyesine alan ağır metal kirliliği araştırmasıdır. Bu kapsamda, Borçka, Muratlı ve Deriner Baraj Gölleri ile bu gölleri besleyen ve Çoruh Nehri'nin kolları durumunda olan Murgul, Deviskel ve Ardanuç Dereleri olmak üzere altı farklı sahada gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Araştırma her bir baraj gölü için 4'er istasyon ve baraj göllerini besleyen her bir dere için 3'er istasyon olmak üzere 21 farklı istasyon belirlenerek yapılmıştır (Tablo 1). Örnekleme çalışmaları; Haziran 2015 ve Eylül 2016 tarihleri arasında mevsimsel olarak yürütülmüştür.

Tablo 1. Çalışma alanına ait koordinatlar.

İst.	Baraj Gölleri								
	Boçka			Muratlı			Deriner		
	Enlem	Boylam	Derinlik (m)	Enlem	Boylam	Derinlik (m)	Enlem	Boylam	Derinlik (m)
1	41°20,88'	41°41,34'	72	41°27,80'	41°42,81'	35	41°10,06'	41°52,70'	75
2	41°19,62'	41°42,70'	65	41°26,84'	41°41,93'	55	41°09,50'	41°53,67'	65
3	41°17,08'	41°45,40'	45	41°25,89'	41°42,18'	50	41°08,39'	41°53,74'	60
4	41°14,41'	41°47,03'	32	41°24,60'	41°41,86'	65	41°07,18'	41°52,41'	50
İst.	Dereler								
	Murgul			Deviskel			Ardanuç		
	Enlem	Boylam	Derinlik (m)	Enlem	Boylam	Derinlik (m)	Enlem	Boylam	Derinlik (m)
1	41°20,34'	41°40,56'	8	41°21,17'	41°40,43'	3	41°07,45'	42°03,69'	3
2	41°18,30'	41°37,08'	7	41°21,93'	41°41,04'	6	41°07,95'	42°02,84'	7
3	41°16,76'	41°33,97'	2	41°22,76'	41°41,11'	8	41°09,63'	41°58,33'	10



Şekil 1. Çalışma sahası.

Sediment örneklerinin alınmasında sediment kor örnekleyicisi (Wildco) kullanılmıştır. Çalışma esnasında bloğun bozulmamasına büyük önem gösterilmiştir. Örnekleme yapılan sediment bloğundan (0-1 cm) alınan örnekler derin dondurucuda – 18 °C de analiz aşamasına kadar bekletilmiştir. Göl ve dere sularının yüzey suyu sıcaklık, tuzluluk, çözülmüş oksijen ve pH gibi çevresel parametreleri su analiz seti Hach Lange HQ40D model ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Sediment tabakasının kil ve diğer boyuttaki malzeme fraksiyonlarını belirlemek amacıyla ıslak elek analiz yöntemi kullanılarak boyut analizleri yapılmıştır (Aytekin, 2004). Sedimentlerin yapısal özellikleri UNEP 1995'e göre belirlenmiştir. Bölgede bolca Bakır (Cu) ve Kurşun (Pb) maden yatakları mevcut olduğu için bu metaller araştırma için değerlendirilmiştir. Sediment örneklerinde, analiz edilecek iz elementler Dulski, (2001)'e göre hazırlanmıştır. Ağır metal analizleri ACME Analytical Laboratories Ltd. (Kanada) analitik kimya laboratuvarında ICP-MS cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ICP-MS tekniği ile İz elementlerde alt analiz limitleri; Cu ve Pb 0,01 ppm olarak değerlendirilmiştir.

Sediment Kirliliğini ve Kalite Kriterlerini Belirleyen Metotlar: Sediment Zenginleşme faktörü (SEF), sedimentteki metalin antropojenik etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.

$$SEF = (\text{Metal/Alüminyum}) \text{ örnek} / (\text{Metal/ Alüminyum}) \text{ kabuk} \quad (1)$$

Genellikle ağır metal çalışmalarında metallerin kaynaklarını belirlemek için Al ve Fe gibi konservatif elementler kullanılarak jeokimyasal normalizasyon yapılır. Bu çalışmada zenginleşme faktörünü hesaplarken normalleştirme elementi olarak Al kullanılmıştır. $0,5 \leq EF \leq$

1,5 ise metal litojenik kaynaklı veya doğal ayrışma sonucu; $EF > 1,5$ ise metalin antropojenik kaynaklardan geldiği düşünülmektedir (Xiao vd., 2014).

Kirlilik yük indeksi (PLI), çevredeki metal kirliliğinin şiddetini değerlendiren etkili bir yöntemdir. Kirlilik yük indeksi tek bir alan için n sayıdaki metalin kontaminasyon faktör (CF) değerleri çarpımının karekökü olarak hesaplanır (Özşeker vd., 2014). Kontaminasyon faktörü ve buna bağlı kirlilik yük indeksi (PLI) aşağıdaki formüllere (2, 3) göre hesaplanır;

$$CF (\text{Kirlilik faktörü}) = \text{Sediment metal değeri} / \text{Standart metal değeri} \quad (2)$$

$$PLI = (CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \times \dots \times CF_n)^{1/n} \quad (3)$$

Yukarıda belirtilen formülün sonucuna göre, $PLI > 1$ ise çalışılan alanda kirliliğin mevcut olduğu, eğer $PLI < 1$ ise kirliliğin mevcut olmadığı sonucuna varılır.

Sediment tabakasında ağır metal konsantrasyonu üzerinde antropojenik etkinin derecesini belirlemek için kullanılan yaygın yöntemlerden biride Jeokümülyasyon indeksidir. Bu yöntem Muller (1981) tarafından ortaya konulmuştur. Bu yöntemin esası aşağıda belirtilen formüle (4) ve sınıflandırma kriterlerine (Tablo 2) göre değerlendirilmektedir. Çalışma alanından elde edilen örneklerin değerlendirilmesi aşağıdaki formül ve sınıflandırılmaya göre hesaplanacak ve antropojenik etki derecesi ortaya konulacaktır.

$$I_{GEO} = \log_2 \left[\frac{C_n}{(1,5 \times B_n)} \right] \quad (4)$$

Yukarıda verilen formülde C_n sediment tabakasında ölçülen element konsantrasyonu, B_n ise literatürde kabul görmüş referans element jeokimyasal konsantrasyonu olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 2. I_{GEO} kirlilik yoğunluğu sınıflandırılması.

I _{GEO}	I _{GEO} Sınıflandırma	Kirlilik Yoğunluğu
I _{GEO} ≤0	Sınıf 1	Kirli değil
0<I _{GEO} <1	Sınıf 2	Orta derecede kirli
1<I _{GEO} <2	Sınıf 3	Orta-kirli arası kirli
2<I _{GEO} <3	Sınıf 4	Yoğun kirli
3<I _{GEO} <4	Sınıf 5	Yoğun-aşırı arası kirli
4<I _{GEO} <5	Sınıf 6	Aşırı kirli
5>I _{GEO}	Sınıf 7	Çok aşırı kirli

Potansiyel ekolojik risk değerlendirme indeksi, ağır metallerin sediment tabakası içerisindeki ekolojik risk derecesini ortaya koyan ve Hakanson, (1980) tarafından ortaya konulan bir yöntemdir. Yöntemin esası aşağıda belirtilen formül (5, 6, 7) ve sınıflandırmaya (Tablo 3) göre değerlendirilmektedir.

$$C_f^i = C_D^i / C_R^i \quad (5)$$

$$E_r^i = T_r^i \times C_f^i \quad (6)$$

$$RI = \sum_{i=1}^m E_r^i \quad (7)$$

Yukarıda verilen formülde RI; toplam bireysel ağır metal risk, E_rⁱ; bireysel ağır metal risk, T_rⁱ; ağır metal toksisite faktörü, C_fⁱ; kontaminasyon faktörü, C_Dⁱ; çalışmada ölçülen metal konsantrasyonu olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 3. Metal konsantrasyonunun ekolojik risk indeksine göre sınıflandırılması

E _r ⁱ	Ekolojik metal değerlendirme riski (Bireysel)	RI	Toplam potansiyel ekolojik risk değerlendirme
E _r ⁱ <40	Düşük risk	RI<150	Düşük risk
40≤E _r ⁱ <80	Orta risk	150≤RI<300	Orta risk
80≤E _r ⁱ <160	Önemli risk	300≤RI<600	Önemli risk
160≤E _r ⁱ <320	Yüksek risk	RI≥600	Çok yüksek risk
E _r ⁱ ≥320	Çok yüksek risk		

İstatistiksel Analizler: Çalışmada, alansal ve zamansal farklılığı belirlemek amacıyla yapılan analizlerde sonuçların normal (Kolmogorov-Smirnov K-S testi) ve homojen dağılım (One Way Anova Homojenize testi) göstermesi sebebiyle tek yönlü varyans analizi (Tukey testi) uygulanmıştır (George ve Mallery, 2003). İstatistik testlerin uygulanmasında SPSS 23.0 paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma Alanına ait Fizikokimyasal Parametreler:

Sediment ve su ortamında bulunan metallerin çözünürlüğü, dinamiği ve biyolojik olarak kullanıma hazır olma özelliği ile direkt olarak ilgili olan fiziksel ve kimyasal faktörlerin mevsimsel değerleri Tablo 4 ve Tablo 5'de gösterilmiştir. Metaller sedimentlerin ince tane boyu fraksiyonlarında birikme eğilimi gösterirler. İnce tane boyutundaki sedimentler partiküller geniş, spesifik yüzey alanına sahiptir ayrıca ince taneli sedimentlerin organik karbon içeriği yüksektir. Metal kirliliği ile ilgili çalışmalarda kirlenmiş yüzeylerin bir belirleyicisi olarak kil+silt boyutundaki fraksiyonlarda çalışılması tavsiye edilmektedir (Boldrin vd., 1989; Özşeker vd., 2014). Bu kapsamda yapılan çalışmada metal değerleri sedimentin kil+silt boyu fraksiyonunda değerlendirilmiştir. Göl ekosistemlerinde, metal değerleriyle direkt ilgili olan kil boyutu, en yüksek sonbahar mevsiminde Deriner Baraj Gölü'nde (% 46) tespit edilmiştir. Dere ekosistemlerinde ise en yüksek kil miktarının sonbahar mevsiminde Murgul ve Deviskel Derelerinde (%15) olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca kimyasal faktörler sedimentlerde bulunan metallerin çözünürlüğü, hareketliliği ve biyolojik olarak kullanıma hazır olabilme özelliği ile ilgili faktörlerdir (Förstner vd., 1989). Göl sularında oksijen derişimlerinin 6,14-7,18 mg/L arasında, toplam çözünmüş katı madde değerlerinin 157-341 mg/L arasında ve pH değerlerinin 8,11-9,17 arasında değişim gösterdiği gözlemlenmiştir (Tablo 4). Dere sularının bu değerler oksijen için 9,54-13,01 mg/L, toplam çözünmüş katı madde için 104-194 mg/L ve pH için 8.10-8.41 değerleri arasında değişim göstermektedir (Tablo 5).

Tablo 4. Göllerde sediment ve yüzey sularına ait fizikokimyasal özelliklerin alansal ve mevsimsel dağılımı.

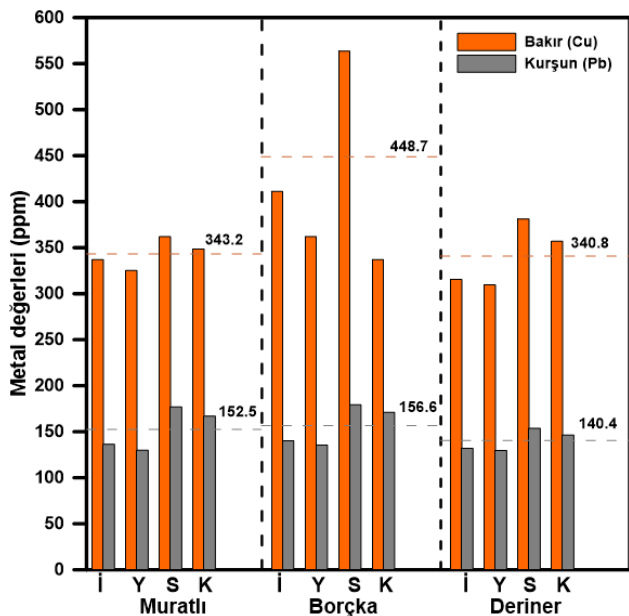
Mevsim	Bölge (Göl)	Kil+Silt (%)	Kum (%)	Çakıl (%)	Oksijen (mg/L)	TDS (mg/L)	pH
İlkbahar	Muratlı	38±3,42	55±3,84	7±1,66	6,87±0,32	161±65,41	8,50±0,68
	Borçka	41±2,71	55±3,68	4±1,84	7,18±0,28	157±44,17	8,65±0,35
	Deriner	43±3,68	49±3,20	8±1,98	6,95±0,36	174±68,71	8,63±0,30
Yaz	Muratlı	36±2,96	56±4,51	8±1,90	6,23±0,38	245±54,23	8,70±0,48
	Borçka	38±3,40	57±3,70	5±1,20	6,14±0,38	223±68,20	9,10±0,52
	Deriner	38±3,28	55±5,69	7±1,45	6,65±0,24	261±66,40	9,17±0,44
Sonbahar	Muratlı	40±4,14	53±4,45	7±2,14	6,90±0,26	341±42,37	8,43±0,35
	Borçka	42±3,71	49±3,78	9±2,42	6,98±0,25	333±38,56	8,24±0,37
	Deriner	45±5,20	46±6,25	9±1,86	7,11±0,31	327±54,23	8,32±0,51
Kış	Murath	37±4,15	54±3,80	9±1,80	6,33±0,33	280±29,52	8,20±0,46
	Borçka	37±3,47	56±3,40	7±1,40	6,17±0,39	214±38,74	8,11±0,40
	Deriner	39±3,86	58±4,20	3±0,80	6,71±0,41	301±40,41	8,14±0,32

Tablo 5. Derelerde sediment ve yüzey sularına ait fizikokimyasal özelliklerin alansal ve mevsimsel dağılımı.

Mevsim	Bölge (Dere)	Kil + Silt (%)	Kum (%)	Çakıl (%)	Oksijen (mg/L)	TDS (mg/L)	pH
İlkbahar	Murgul	12±1,80	60±4,05	28±2,31	11,17±0,45	112±30,41	8,26±0,10
	Deviskel	8±1,20	61±4,22	31±3,90	12,10±0,87	104±25,47	8,31±0,05
	Ardanuç	10±1,34	56±3,78	34±3,85	11,45±1,20	115±32,11	8,15±0,08
Yaz	Murgul	10±1,27	58±2,21	32±2,64	10,01±0,41	198±34,80	8,39±0,12
	Deviskel	14±0,58	62±4,11	24±2,10	9,54±0,56	176±33,21	8,41±0,31
	Ardanuç	11±1,30	60±3,70	29±3,47	9,74±0,78	184±28,20	8,38±0,24
Sonbahar	Murgul	15±2,45	50±3,11	35±1,87	10,08±1,24	181±26,32	8,30±0,16
	Deviskel	15±2,41	52±2,58	33±3,11	10,54±1,31	186±33,84	8,31±0,11
	Ardanuç	12±1,80	50±4,06	38±3,08	10,24±0,55	194±35,61	8,34±0,21
Kış	Murgul	9±0,52	57±4,25	34±1,54	12,49±1,11	141±20,35	8,14±0,08
	Deviskel	11±0,87	55±3,10	34±1,98	12,67±1,32	127±25,12	8,10±0,40
	Ardanuç	8±1,05	55±3,22	37±2,74	13,01±0,74	151±30,10	8,17±0,34

Metal Değişimlerinin İrdelenmesi ve İstatistiksel

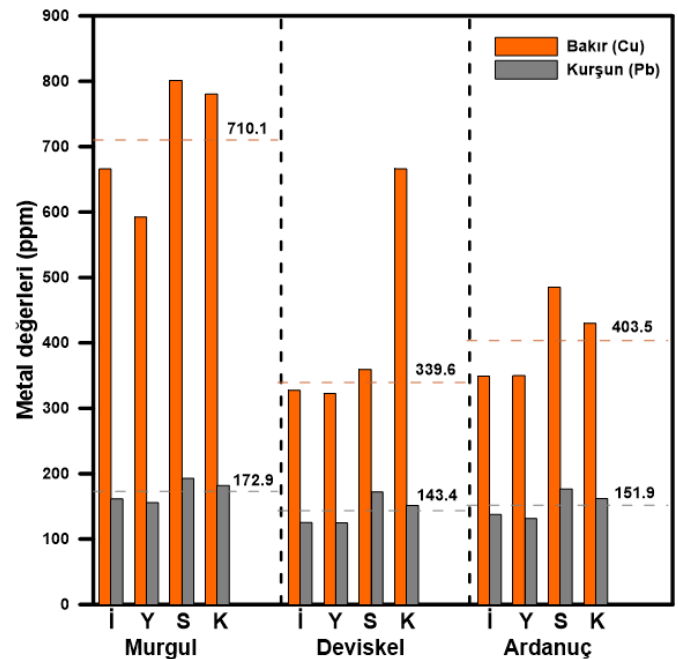
Analizler: Çalışma alanına ait metal derişimlerinin (Cu, Pb) alansal ve zamansal değişimleri Şekil 2 ve Şekil 3’de detaylı olarak sunulmuştur. Çalışma alanı göl ve bu gölleri besleyen dereler olmak üzere iki alt kategoride irdelendiğinde, göl ekosistemleri için; Muratlı Baraj Gölü’nde Cu elementi mevsimsel olarak 325,11 ile 361,91 ppm arasında değişim gösterirken, Pb elementinin mevsimsel değerleri ise 129,99 ile 176,84 ppm arasında değişim göstermektedir. Borçka Baraj Gölü’nde mevsimsel metal değerleri Cu elementi için 362,12 ile 563,67 ppm aralığında değişim göstermekle birlikte, Pb elementi için bu değerler 135,57 ile 179,30 ppm aralığında tespit edilmiştir. Deriner Baraj Gölü’nde ise Cu elementi değerleri 309,56 ile 381,23 ppm aralığında belirlenmişken, Pb elementi 129,74 ile 153,75 ppm aralığında gözlemlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Göl ekosistemleri için ortalama mevsimsel metal değerleri.

Dere ekosistemleri için; Murgul Deresi’nde Cu elementi mevsimsel olarak 592,50 ile 801,30 ppm arasında değişim gösterirken Pb elementinin mevsimsel değişimi ise 155,76 ile 192,78 ppm aralığında belirlenmiştir. Deviskel

Deresi için Cu elementi değerleri 322,70 ile 359,40 ppm aralığında tespit edilmişken Pb elementinin mevsimsel değişimleri 124,80 ile 171,93 ppm aralığında tespit edilmiştir. Ardanuç Deresi’nde ise Cu elementi 349,22 ile 484,99 ppm arasında gözlemlenmişken Pb elementinin mevsimsel değişimi 131,53 ile 176,59 ppm aralığında bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Dere ekosistemleri için ortalama mevsimsel metal değerleri.

Bu çalışmada, iki bağımsız faktörün (araştırma bölgesi ve örnekleme dönemi) bağımlı değişken (metal derişimi) üzerine ortak etkisini ölçmek için iki yönlü anova (varyans) analiz istatistik testi kullanılmıştır. Bu testi kullanmamızdaki asıl amacımız faktörler arasındaki etkileşimin ortak etkisini incelemektir. Metal değerini bağımlı bileşen olarak irdediğimizde, Cu elementi için bölge ekosistemi değişkenleri arasında ($F= 6,713$; $P<0,05$), dere ekosistemi değişkenleri arasında ($F= 108,024$; $P<0,05$) ve her iki ekosistem değişkeni arasında ise ($F= 241,324$; $P<0,05$) anlamlı bir fark görülmüştür. Pb elementi için bölge ekosistemi değişkenleri arasında ($F= 45,699$; $P<0,05$), dere

ekosistemi değişkenleri arasında ($F= 7,014$; $P<0,05$) ve her iki ekosistem değişkeni arasında ise ($F= 84,122$; $P<0,05$) anlamlı bir fark görülmüştür. Bu anlamlı farkın oluşmasındaki ana bileşenler ise göl ekosistemlerinde Borçka Baraj Gölü, dere ekosistemleri içerisinde ise Murgul Deresi'nden kaynaklandığı dikkat çekmektedir.

Metal Derişimlerinin Kirlilik ve Kalite İndekslerine Göre Değerlendirilmesi: Yapılan çalışmada araştırma sahasına ait metal derişimlerinin yıllık ortalama değerleri Tablo 6'da sunulmuştur. Sunulan değerler dünya literatüründe kabul görmüş referans değerleri ile karşılaştırıldığında çalışmada elde edilen değerlerin yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Kirlilik çalışmalarında önemli

ölçüde dikkate alınan sediment kalite rehberi kriterleri ile karşılaştırma yaptığımızda ise Cu derişiminin Muratlı, Deriner Baraj Göllerinde ve Deviskel Deresi'nde ERM (Medyan Etki Eşiği) değerinden düşük olduğu fakat Borçka Baraj Gölü'nde, Murgul ve Ardanuç Derelerinde ise ERM değerinden yüksek olduğu sonucuna varmaktayız. Bunun haricinde Cu konsantrasyonu çalışma alanının tamamında PEL (Önerilen Etki Seviyesi), SEL (Yüksek Etki Seviyesi) ve TET (Toksik Etki Seviyesi) gibi kalite kriterlerinin tamamından yüksek bulunmuştur (Tablo 6). Pb elementinin ise ERM ve PEL değerlerinden yüksek olduğu SEL ve TET değerlerinden ise düşük olduğu görülmüştür.

Tablo 6. Çalışmada sunulan metal derişimleri ve referans değerleri ile karşılaştırılması

Göl yüzey sedimenti ortalama yıllık değer				Dere yüzey sediment ortalama yıllık değer			
Metal	Muratlı	Borçka	Deriner	Murgul	Deviskel	Ardanuç	
Cu	343,2±15.6	448,7±77.8	340,8±32.1	710,1±95.2	339,6±18.1	403,5±60.6	
Pb	152,5±20.9	156,6±20.0	140,5±11.2	172,9±19.6	143,4±20.7	151,9±19.5	
Referans Değerleri							
Metal	WASV ^b	CCV ^c	TRV ^d	SOQ ^a			
				ERM	PEL	SEL	TET
Cu	45	55	16	390	197	110	86
Pb	20	12.2	31	110	91.3	250	170

SOQ (Tatlı su için) Sediment kalite rehberi, ERM; Medyan etki aralığı, PEL; Önerilen etki seviyesi SEL; Yüksek etki seviyesi, TET; Toksik etki sınırı, WASV; Dünya çapında ortalama şeyl değeri, CCV; Ortalama yer kabuğu değeri, TRV; Toksikite referans değeri

a: Mcdonald vd., 2000; b: Turekian and Wedephol, 1961; c: Taylor., 1964; d: US EPA, 2002

Tatlı su ekosistemlerinde kimyasalların biyolojik ortamdaki önemini belirlemek için kullanılan önemli bir karşılaştırma rehberi olan sediment kalite rehberi (SGV) metallerin ekolojik riskinin değerlendirilmesinde kullanılan yaygın kıyaslama yöntemlerinden biridir. Çalışma sahasından elde edilen veriler aşağıda belirtilen Tablo 7'ye göre değerlendirilmiştir (US EPA., 1999). Çalışma alanından elde ettiğimiz sonuçları tatlı su ekosistemleri için hazırlanmış sediment kalite rehberi kriterlerine göre değerlendirdiğimizde Cu ve Pb elementlerinin çalışma alanının tümü için sınıf 3 (yoğun kirli) kategoride tespit edilmiştir.

Tablo7. Sediment kirlilik rehberine göre metal konsantrasyonlarının sınıflandırılması.

Metal limitleri	Sediment Kirlilik Rehberine (SGV) Göre Kriter Değerleri		
	Kirlenmemiş (Sınıf 1)	Orta Kirli (Sınıf 2)	Yoğun Kirli (Sınıf 3)
Cu	<32	32-150	>150
Pb	<36	36-130	>130

Metal derişimlerinin araştırma sahası için kirlilik unsuru oluşturup oluşturmadığını irdelemek amacıyla çalışma alanından elde ettiğimiz veriler dünya çapında yaygın olarak kullanılan kirlilik indekslerine göre detaylıca değerlendirilmiştir (Tablo 8). Çalışma alanına ait metal derişimleri sediment zenginleşme faktörüne (SEF) göre değerlendirildiğinde sonuçların $SEF>1,5$ olduğu dikkat çekmektedir. $SEF>1,5$ ise araştırma sahasındaki metal kontaminasyonun kaynağı antropojenik olarak değerlendirilebilir (Xiao vd., 2014). Cu ve Pb elementleri için en yüksek SEF değerleri göl ekosistemleri içerisinde Borçka

Baraj Gölü'nde sonbahar mevsiminde 10,4-5,8; dere ekosistemleri içerisinde Murgul Deresi'nde 10,9-6,4 olarak tespit edilmiştir.

Muller (1981) tarafından ortaya konulan ve sediment tabakasında ağır metal konsantrasyonu üzerinde antropojenik etkinin derecesini belirlemek amacıyla kullanılan jeoakümülyasyon indeksine göre kirlilik derecesi 7 farklı kategoride değerlendirilmektedir (Tablo 2). Elde ettiğimiz değerler bu yöntemle göre değerlendirildiğinde Cu elementi için Borçka Baraj Gölü ve Murgul Deresi verileri $3<I_{GEO}<4$ (kategori 4) aralığında belirlendiği için yoğun-aşırı arası kirlilik sınıfında kategorize edilmiştir. Diğer bölgeler için sonuçlar $2<I_{GEO}<3$ (kategori 3) aralığında belirlenmiş olup yoğun kirli sınıfında kategorize edilmişlerdir. Çalışma sahasının tümünde ise Pb elementi $2<I_{GEO}<3$ (kategori 3) aralığında tespit edildiğinden yoğun kirli kategori altında değerlendirilmiştir.

Hakanson (1980) tarafından ortaya konulan, ağır metallerin sediment tabakası içerisindeki ekolojik risk derecesini değerlendiren potansiyel ekolojik risk değerlendirme indeksine (RI) göre metal kontaminasyonu risk faktörü dört ayrı sınıfta kategorize edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar bu yöntemle göre değerlendirildiğinde diğer yöntemlerle benzer olarak Borçka Baraj Gölü'nde, Murgul ve Ardanuç Derelerinde Cu elementi için RI değerleri $150\leq RI<300$ aralığında tespit edildiğinden dolayı orta risk sınıfında değerlendirilmiştir. Çalışma alanının tümü için Pb elementi RI değerleri $RI<150$ olarak hesaplandığı için düşük risk sınıfında değerlendirilmiştir.

Çevredeki metal kirliliğinin şiddetini değerlendiren ve etkili bir yöntem olan kirlilik yük indeksi (PLI)'ye göre ise sonuçlar tüm çalışma alanında PLI>1 olarak tespit edildiğinden çalışılan alanda kirliliğin mevcut olduğu sonucu

ortaya konulmuştur. Yukarıda belirtilen indekslerle benzerlik göstererek en şiddetli kirliliğe maruz kalan bölgeler Borçka Baraj Gölü ve Murgul Deresi olarak tespit edilmiştir.

Tablo 8. Metal değerlerinin kirlilik indekslerine göre değerlendirilmesi

	Metal	SEF ¹	SEF ²	SEF ³	SEF ⁴	I _{GEO} ¹	I _{GEO} ²	I _{GEO} ³	I _{GEO} ⁴	Er ¹	Er ²	Er ³	Er ⁴	RI	PLI
Muratlı	Cu	6,2	6,1	6,7	6,5	2,32	2,26	2,42	2,36	33,7	32,5	36,2	34,9	137,2	6,8
	Pb	5,7	5,4	7,3	6,9	2,18	2,11	2,55	2,47	9,7	9,3	12,6	11,9	43,5	2,1
Borçka	Cu	7,6	6,7	10,4	8,5	2,60	2,42	3,06	2,76	41,1	36,2	56,4	45,7	179,5	8,8
	Pb	5,8	5,6	7,4	7,1	2,25	2,17	2,57	2,51	10,0	9,6	12,8	12,2	44,7	2,2
Deriner	Cu	5,8	5,7	7,1	6,6	2,22	2,19	2,49	2,40	31,5	30,9	38,1	35,7	136,3	6,7
	Pb	5,4	5,4	6,4	6,1	2,13	2,11	2,35	2,28	9,4	9,3	10,9	10,5	40,1	2,0
Murgul	Cu	12,3	10,9	14,8	14,4	3,30	3,13	3,57	3,53	66,5	59,2	80,1	78,0	284,0	14,0
	Pb	6,7	6,4	8,0	7,5	2,42	2,37	2,68	2,60	11,5	11,1	13,7	34,9	49,5	2,4
Deviskel	Cu	6,0	5,9	6,6	6,4	2,27	2,25	2,41	2,37	32,7	32,2	35,9	34,8	135,8	6,7
	Pb	5,2	5,2	7,1	6,3	2,06	2,05	2,51	2,33	8,9	8,9	12,2	10,8	40,9	2,0
Ardanuç	Cu	6,4	6,4	8,9	7,9	2,37	2,37	2,84	2,67	34,9	34,9	48,4	42,9	161,4	7,9
	Pb	5,7	5,4	7,3	6,7	2,19	2,13	2,55	2,43	9,8	9,4	12,6	11,5	43,4	2,1

Artvin İli tatlı su ekosistem sedimentleri ve dolayısı ile bu ekosistemlerde kirlilik üzerine yapılan çalışmalara ait veriler göl ve bu gölleri besleyen dere ekosistemleri olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. En yüksek metal derişimleri ve dolayısı ile çevresel kirlilik etkileri Borçka Baraj Gölü ve Murgul Deresi'nde gözlenmiştir. Araştırma bölgeleri kirlilik açısından sıralamaya tabi tutulduklarında Cu elementi için en yüksek değerler Murgul Deresi>Borçka Baraj Gölü>Ardanuç Deresi>Muratlı Baraj Gölü>Deriner Baraj Gölü>Deviskel Deresi şeklindedir. Pb elementi için ise sıralama Murgul Deresi>Borçka Baraj Gölü>Muratlı Baraj Gölü>Ardanuç Deresi>Deviskel Deresi>Deriner Baraj Gölü olarak görülmektedir. Çalışma alanına ait elde edilen veriler mevsimsel olarak irdelendiğinde ise en yüksek değerler sonbahar>kış>ilkbahar>yaz sıralamasında tespit edilmiştir. 63 µm'den küçük tane boyutundaki malzeme fraksiyonları doğal ve antropojenik bileşenlerin en etkili taşıyıcısı olduklarından ağır metal içerikleri kil+silt boyutlu malzeme içeriği üzerinden değerlendirilmiştir. Ayrıca kil boyutundaki malzeme fraksiyonu uzun mesafeler boyunca taşınabilmesi özelliği ile kirlilik çalışmalarında ayrıca önem teşkil etmektedir.

Bu çalışmada en yüksek metal değerleri kil boyutlu malzeme fraksiyonlarının birikim yaptığı istasyonlarda gözlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar aynı bölgede yapılan diğer çalışmaların bulguları ile karşılaştırıldığında (Turgut vd., 2015; Özşeker, 2019), sonuçların benzer olduğu ve çalışılan parametreler açısından mevsim değerlerinin genel özelliklerini yansıttığı görülmektedir. Ayrıca Gedik vd., 2018 tarafından Borçka Baraj Gölü'nde yapılan bir çalışmada sediment, su kolunu ve bazı balık türlerinde metal derişimleri irdelenmiştir. Sediment tabakasında değerlendirdikleri Cu ve Pb derişimleri çalışmamızda sunulan değerlerle benzerlik göstermektedir. Toksik metal konsantrasyonu, pH, tuzluluk, sıcaklık ve redoks durumu gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilir. Bu faktörler

meteoroloji ile ilgili abiotik faktörlerdir. Sonbaharda meteoroloji koşulları hızlı ve güçlü bir değişime neden olur. Bu durum yağmur ve buna bağlı yüksek erozyon rolü ile metal kontaminasyonunu sağlamaktadır. metalin kontamine olan havadaki tozunu gidermede yağmurun rolünü doğrular (Melaku vd., 2008). Bu sebeplerden dolayı sonbahar mevsiminde tespit ettiğimiz yüksek metal konsantrasyonları Artvin ilinin bu mevsimde çok yüksek miktarda yağış alması ve buna bağlı olarak maruz kaldığı yoğun erozyona bağlı olarak düşünülebilir.

SONUÇ

Günümüzde, su ortamının kalitesinin, doğal ve antropojenik kaynaklardan gelen farklı türdeki kirleticiler tarafından tehdit edildiği bilinmektedir. Borçka Baraj Gölü ve Murgul Deresi'ndeki yüksek kirlilik seviyeleri, yüksek doğal mineralojik yapının yanında bölgedeki antropojenik etkinin dikkate alınması gerektiği ortaya koymaktadır. Fakat bölgedeki doğal mineralojik yapı ne kadar yüksek olursa olsun kirliliğin ana nedeni antropojenik etki olarak düşünülmektedir. Bölgede aktif olarak işletilen bir bakır madeni mevcut durumda bulunmaktadır. Madenlerin çevresel etkileri göz önüne alındığında, madencilik alanında kullanılan atık suyun yüzey suyunun doğal özelliklerini değiştirdiği ve su ortamında çevreyi olumsuz yönde etkileyen farklı sediment tabakası oluşturduğu bilinmektedir.

Su madencilik faaliyeti yapılan bütün bölgelerde çok gerekli ve dolayısıyla çok gerekli olduğundan kapalı sisteme tabidir. Ancak su kaçaklarının olması kaçınılmazdır. Ayrıca mineral zenginleştirme işlemleri sonucunda kalıntı malzemenin bertaraf edilmesi de balçık halde olduğundan dolayı bir miktar su kaybı da bu aşamada söz konusudur. Antropojenik etkilere bağlı olarak, madencilik atık suları ve bakır cürufu, yağmur ve erozyon gibi çevresel koşullar nedeniyle bölgede yüksek düzeyde metal konsantrasyonuna

neden olduğu için daha yüksek çevresel kirlilik seviyelerine neden olmaktadır.

Çalışma alanının çevresinin doğal mineralojik yapısının yüksek olmasının yanında, karayolu yapımı, baraj yapımı, taş kırma tesisleri, asfalt tesisleri, evsel ve endüstriyel atıkların direkt Çoruh nehri havzasına deşarj edilmesi gibi birçok antropojenik etki tatlı su ekosistemlerini çevreleyen kıta kesiminde yoğun olarak faaliyet göstermektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, Cu ve Pb elementlerinin Artvin ili tatlı su ekosistemleri için toksik etki gösterdiği ve bu ekosistemlerin metal kirliliği açısından orta risk sınıfında değerlendirilmesi gerektiği sonucu ortaya konulmuştur.

Sucul ortamlardaki yüzey sedimentlerinin jeokimyası su kolonu kimyasını da etkiler sedimentlerde depolanan ağır metaller bu nedenle sadece bentik organizmalar üzerinde değil aynı zamanda su kolonundaki ekosistem üzerinde toksik bir etki oluşturur. Bu nedenlerden dolayı limnetik ekosistemlerde sediment tabakasındaki metal içeriğinin su kolonu ile birlikte incelenmesi bu ekosistemler için daha önemli sonuçlar ortaya koyacaktır.

KAYNAKLAR

- Abraham, G.M.S. & Parker, R.J. (2008).** Assesment of heavy metal enrichment factors and the egree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zelaland. *Environmental Monitoring and Assessment*, 227-238.
- Anonim. (2015).** Artvin ili taşkın ve rusubat kontrol faaliyetleri. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, DSİ Çoruh Projeleri 26. Bölge Müdürlüğü, Artvin, Türkiye.
- Anonim. (2010).** MTA Doğu Karadeniz Bölge Müdürlüğü, Artvin İli Doğal Kaynaklar Envanteri, Trabzon, Türkiye.
- Anonim. (2005).** Artvin Valiliği İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü. Artvin İl Çevre Durum Raporu, Artvin, Türkiye.
- Aytekin, M. (2004).** *Deneyisel Zemin Mekaniği*. Teknik Yayınevi, Ankara, Türkiye.
- Boldrin, A., Jurack, M., Menegazzo Vitturi, L., Rabitti, S. & Rampzzo, G. (1989).** Geochemical considerations on trace elements distributions in suspended matter and sediments at the river-sea inter face, Adige River Mouth, Northern Adriatic Sea. *Applied Geochemistry*, 4, 409-421.
- Cevik, F., Ziya, M., Goksu, L., Deric, O.B. & Fındık, O. (2009).** An assesment of metal pollution in surface sediments of Seyhan Dam by using enrichment factor, geoaccumulation index and statical analyses. *Environmental Monitoring and Assessment*, 227-238., 997-1009.
- Dulski, P. (2001).** Reference materials for geochemical studies: new analytical databy ICP-MS and critical discussion of reference values. *Geostandards Newslett: The Journal of Geostandards and Geoanalysis*, 25, 87-125.
- Förstner, U. (1989).** *Lecture Notes in Earth Sciences*, 21. Contaminated sediments. 157 pp. Springer, Verlag.
- Hakanson, L. (1980).** An ecological risk index for aquatic pollution control, A sedimentological approach. *Water Research*, 14, 975-1001.
- Gedik, K., Terzi, E. & Yeşilçiçek, T. (2018).** Biomonitoring of metal (oid)s in mining-affected Borcka Dam Lake coupled with public health out comes. *Human and Ecological Risk Assessment*, 63, 1-19.
- George, D. & Mallery, P. (2003).** *SPSS for windows step by step*. A Simple Guide and Reference 15,0 Update, Furth Edition, Boston, 386.
- Kurupadam, R.J., Simita, P. & Wate, S.R. (2006).** Geochemical fractionation of heavy metala in sediments of the Tapi estuary. *Geochemical Journal*, 40, 513-522.
- MacDonald, D.D. & Ingersoll, C.G. (2000).** Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives Environmental Contamination and Toxicology*, 39, 20-31.
- Melaku, S., Morris, V., Raghavan, D. & Hosten, C. (2008).** Seasonal variation of toxic metals in ambient air and precipitation at a single site in Washington. DC., *Environmental Pollution*, 155, 88-98.
- Muller G. (1981).** Die Schwer metall belstang der sedimentdes Neckararsundseiner N ebenflusseineest and saufnahme. *Chemical Zeitung*, 105, 157-164.
- Özşeker, K., Eruz, C., Cılız, S. & Mani, F. (2014).** Assessment of toxic metal contribution and associated ecological risk in the coastal zone sediments of Black Sea; Case study of Trabzon. *CLEAN-Soil, Air, Water*, 42, 1477-1482.
- Özşeker, K. (2019).** Investigation of sediment pore water heavy metal (Cu and Pb) geochemistry in Deriner Dam Lake, Artvin, Turkey. *Acta Aquatica Turcica*, 15(1), 60-67.
- Swarnalatha, K., Letha, J. & Ayoob, S. (2013a).** An investigation into the heavy metal burden of Akkulam-Veli Lake in South India. *Environ Earth Sciences*, 795-806.
- Swarnalatha, K., Letha, J., Ayoob, S. & Sheela, A.M. (2013b).** Identification of Si as An appropriate normalizer for estimating the heavy metals enrichment of An Urban Lake System. *Journal of Environmental Management*, 175-192.

- US EPA, A. (2002).** Guidance manual to support the assessment of contaminated sediments in freshwater ecosystems. Volume III–Interpretation of the Results of Sediment Quality Investigations. U.S. Environmental Protection Agency EPA-905-B02-001-C, December.
- Taş, B. (2011).** Gaga Gölü (Ordu) su kalitesinin incelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **1**(3), 43-61.
- Taylor, S.R. (1964).** Abundances of chemical elements in the continental crust: A new table. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **28**, 1273-1285.
- Turekian, K.K., & Wedephol, K.H. (1961).** Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geological Society American Bulletin*, **72**, 175-192.
- Turgut, B., Ozalp, M. & Kose, B. (2015).** Physical and chemical properties of recently deposited sediments in the reservoir of the Borçka Dam in Artvin, Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **39**, 663.

- UNEP. 1995.** United Nations Environment Programme, Environment for Development. Nairobi, Kenya.
- Xiao, H., Zang, S., Guan, Y., Liu, S., Gao, Y., Sun, Q., Xu, H., Li, M., Wang, J. & Pei, X. (2014).** Assessment of potential risks associated with heavy metal contamination in sediment in Aobapao Lake, China, Determined from sediment cores. *Ecotoxicology*, **23**, 527-537.

***Corresponding author's:**

Koray ÖZŞEKER

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.

✉**E-mail:** ozseker.koray@gmail.com

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-7044-1843>

GSM : +90 (539) 367 97 73

Şekerciboyası (*Phytolacca americana*) ve Sodyum Hidroksit'in Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yumurtalarında Alternatif Dezenfeksiyon Uygulamaları ^[*]

Şevki KAYIŞ* Emre KANLI Zeynep Zehra İPEK Akif ER

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 53100 Rize, Türkiye

 <https://orcid.org/0000-0002-9391-7613>,

 <https://orcid.org/0000-0001-6524-862X>

 <https://orcid.org/0000-0002-0052-5590>,

 <https://orcid.org/0000-0002-5916-1891>

Received date: 28.10.2019

Accepted date: 19.12.2019

Atf yapmak için: Kayış, Ş., Kanlı, E., İpek, Z.Z. & Er, A. (2019). Şekerciboyası (*Phytolacca americana*) ve Sodyum Hidroksit'in Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yumurtalarında Alternatif Dezenfeksiyon Uygulamaları. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 560-564.

How to cite: Kayış, Ş., Kanlı, E., İpek, Z.Z. & Er, A. (2019). Alternative Disinfection Applications of American pokeweed (*Phytolacca americana*) and Sodium Hydroxide on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Egg. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 560-564.

Öz: Bu çalışmada gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin yeni döllenmiş ve gözlenmiş yumurtaları kullanılarak kuluçka döneminde meydana gelen kayıpların önlenmesi için alternatif dezenfektanlar denenmiştir. Bu amaçla, yumurtalar, 500 ml hacme sahip modifiye zuger şişelerinde 100 adet olacak şekilde inkübe edilmiştir. Beş farklı gruba ayrılan yumurtalara sirke, sodyum hidroksit (NaOH), formalin ve *Phytolacca americana* bitkisinin olgun meyvesinden elde edilen toz haline getirilmiş meyvelerinin farklı iki konsantrasyonu uygulanmıştır. Kontrol grubu oluşturulmuş ve tüm gruplar arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir. Durgun su uygulaması ve sisteme sürekli taze su akışı sağlanan iki farklı uygulama yapılmış ve ışık geçirmeyen modifiye zuger şişeleri içerisinde yumurtalar alevin evresine gelene kadar takip edilmişlerdir. Sonuç olarak gökkuşığı alabalık yumurta inkübasyonunda NaOH uygulamasının ölümleri azaltıcı etkisinin olduğu, buna karşın diğer uygulamaların formalin uygulamasına alternatif olabilecek etkide olmadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Dezenfektan, gökkuşığı alabalığı, profilaksi, yumurta

Alternative Disinfection Applications of American pokeweed (*Phytolacca americana*) and Sodium Hydroxide on Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Egg

Abstract: In this study, the newly fertilized and eyed eggs of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were used. Alternative disinfectants were tested to prevent egg loss during the incubation period. For this purpose, the eggs were incubated with 100 eggs in modified zuger bottles with a volume of 500 ml. Totally five different groups were used the study (two different concentration of vinegar, NaOH, formalin and a powder of fruits of (*Phytolacca americana*)). The control group was formed and the differences between these groups were determined. Two different applications were applied to the static application and continuous fresh water flow to the system and the eggs were followed until the phase of the alevin. The results showed that NaOH administration in rainbow trout egg incubation had a decreasing effect on mortality, whereas other applications were not effective as formalin.

Keywords: Disinfectant, egg, prophylaxis, rainbow trout.

GİRİŞ

Alabalıklar ülkemiz su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli payı oluşturmaktadır. Özellikle gökkuşağı alabalığı (*Onchorhynchus mykiss*) yetiştiriciliği yapılan diğer türlere nazarandaha fazla yaygındır. Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği hakkında tüm dünya genelinde detaylı bilgi mevcuttur (Woyanovich vd., 2011; Emre & Kürüm, 2007).

Alabalık kuluçka sistemlerinde meydana gelen yumurta kayıplarının azaltılmasına yönelik çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır. Gerek yurt dışından transfer edilen gerekse ülkemiz sınırları içerisinde üretilen yumurtalardaki başlıca sorun, değişik patojenlerin varlığıdır (Kayış, 2019). Özellikle mantar enfestasyonları bu patojenler içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. *Saprolegnia* sp. türleri sucul sistemde ciddi yaygınlığa sahiptir ve bu kayıpların sebebi olarak en öne çıkan grup olarak rapor edilmiştir (Lasee, 1995). Bu bağlamda, *Saprolegnia* cinsine ait *Saprolegnia parasitica*, *S. lapponica*, *S. ferax*, *S. hypogyna* ve *S. diclina* gibi 5 farklı mantar türünün alabalık yumurtalarında enfestasyon meydana getirdiği bildirilmiştir (Khosravi vd., 2010). Yine *Fusarium oxysporum*, *F. npsa*, *Fusarium* sp., *Penicillium citrinum*, *P. expansum*, *Aspergillus treuse*, *A. clavatus*, *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp., *Helminthosporium* sp., ve *Pscilomyces* sp. alabalık yumurtalarında izole edilen mantar türleri olarak rapor edilmiştir.

Mantarlar dışında alabalık kuluçka sistemlerinde bakteriyel, paraziter ve viral patojenlere rastlamak da mümkündür. Özellikle viral patojenlerin meydana getirdiği kayıplar ve sonraki nesillere aktarılma problemi belki de en önemli sorunların başında gelmektedir (Balta & Dengiz Balta, 2018; Kayış, 2019).

Başta mantarlar olmak üzere patojenlere karşı alabalık kuluçka sistemlerinde kullanılan dezenfektan uygulamaları oldukça yaygındır. Bu uygulamalara konu olabilecek kimyasallara genel olarak, formaldehit (formalin, formol), iyodofor, ozon uygulamaları, hidrojen peroksit, malaşit yeşili, tuz ve asetik asit örnek verilebilir (Ural vd., 2011; Kanlı, 2019). Ancak mücadelede uygulanan her kimyasal ajanın avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle bu patojenlere karşı uygulamalara alternatif olabilecek yeni uygulama ve kimyasallara ihtiyaç duyulmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışmada, alabalık kuluçka sistemlerinde kullanıldığı bilinen kimyasal ve yöntemler dışında, antifungal özelliği olduğu bilinen şekeriboyası, *Phytolacca americana* (*P. americana*) (Phytolaccaceae) bitkisinin olgun meyvelerinin toz haline getirilmiş şekli ve NaOH, alabalık yumurtalarında iki farklı sistemde (statik ve akar sistem) kullanılmış, ayrıca yaygın kullanımı olan diğer kimyasallar ile kıyaslanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Çalışmada kullanılan alabalık yumurtaları Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Uygulama ve

Araştırma Merkezi'nde bulunan, yetiştirme ünitesindeki gökkuşağı alabalıklarından (*Onchorhynchus mykiss*) elde edilmiştir. Yumurtalar tek bir dişi ve erkek anaçtan elde edilmiştir. Tedavi edici ajan olarak düşünülen maddeler, hem gözlenmiş hem de gözlenmemiş alabalık yumurtaları ile farklı deneme düzeneklerinde gerçekleştirilmiştir. Deneme öncesinde yumurtaların dezenfekte edilmesi amacıyla 1,65 mg/l formalin 15 dakika uygulaması yapılmıştır (Balta vd., 2008). Çalışmada diğer kullanılan kimyasallar ile kıyas amacıyla formalin kullanılmıştır. Bunun dışında, sodyum hidroksit (NaOH), asetik asit (Sirke) ve *P. americana* (şekeriboyası) bitkisinin meyvelerinden elde edilen tozun farklı dozları uygulanmıştır. *P. americana* bitkisinin meyveleri, 2017 yılının ağustos ayında, Trabzon ili Darıca mevkiinden elde edilmiştir. Meyveler saf su ile yıkanarak, çekirdekleri ile birlikte homojenize edilmiştir. Homojen malzeme 24 saat +4°C'de bekletilmiş, daha sonra 12 saat boyunca liyofilizatör cihazında toz haline getirilmiştir (Şekil 1). Çalışmada kullanılan kimyasallar ile ilgili bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Yine deneme suyuna ait bazı fiziksel ve kimyasal parametreler (Portatif pH ve sıcaklık ölçüm cihazı, Isolab Referans: 61601001) Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 1. *P. americana* (şekeriboyası) bitkisinin toz haline getirilme süreci ile ilgili görseller. Bitki meyvesi (A), meyvelerin tartım aşaması (B), homojen hale getirilen meyvelerin liyofilizatöre konulmadan önce petri kaplarına yerleştirilmiş ve üzere alüminyum folya ile kapatılmış hali (C), liyofilizatör ile toz haline getirme (D).

Tablo 1. Kullanılan kimyasallar, konsantrasyon ve pH değerleri.

Kimyasal	Stok çözelti Konsantrasyonları	Solüsyon pH değeri
Kontrol	-	6,8
NaOH	0,25 N	12,8
Asetik asit (Sirke)	35 ml/L	3,54
Formalin	4ml/L	8,4
<i>P. americana</i>	5gr/L	7,40
	10gr/L	7,42

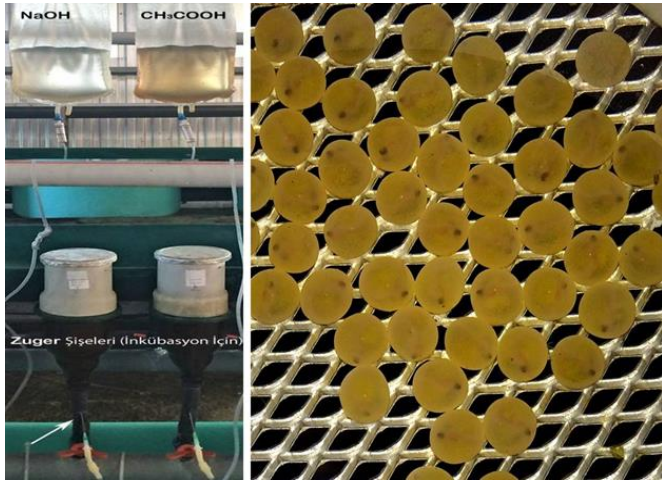
Tablo 2. Denemede süresince kullanılan suyun fizikokimyasal özellikleri.

Su Kalite Parametreleri	Değerler
Sıcaklık	11,77-12,91°C
pH	6,8
Çözünmüş oksijen	11,3 mg/L
Amonyak (İyonize olmamış)	<0,01 mg/L
Nitrit	<0,01 mg/L
Nitrat	0,01 mg/L
Alkalinite	11 mg/L (CaCO ₃)
Toplam sertlik	120 mg/L (CaCO ₃)
CO ₂	1,5 mg/L

Gözlenmiş ve dezenfekte edilmiş yumurtalar 100 adet olacak şekilde her biri ışık geçirmeyen modifiye zuger şişesine yerleştirilmiştir. Her bir grup için (kontrol) 2 tekerrür olacak şekilde deneme düzeneği dizayn edilmiştir. Akar sistem olarak isimlendirilen bu denemede toplam 800 adet gözlenmiş yumurta kullanılmıştır.

İkinci olarak su akışı kesilerek uygulamada yine 800 adet yeni döllenen alabalık yumurtaları kullanılmıştır. Denemeler yumurtaların açılması ile (alevin evresine geçiş) sonlandırılmıştır ve hayvan deneyleri yerel etik kurulu ilkelerine uyulmuştur.

Akışlı sistem olarak isimlendirilen deneme NaOH, asetik asit ve formalin uygulaması yapılmıştır. Belirtilen solüsyonlar deneme süresince zuger şişelerinin su girişi yönünden olmak kaydıyla damlama yöntemiyle (30 damla/dakika) ilave edilmiştir (Şekil 2). Bu sistemde yumurtalara sürekli kimyasal ilavesi olacak şekilde bir müdahale olmuştur. Her grupta pH ve sıcaklık değerleri günlük olarak kontrol edilmiştir.



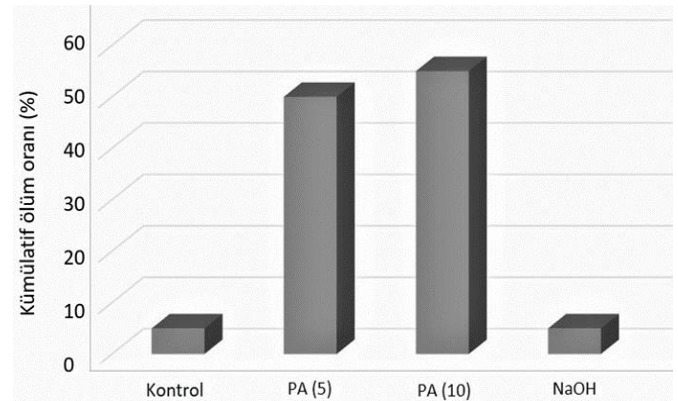
Şekil 2. Akar sistem deneme düzeneği, Yumurtaların inkübe edildiği zuger şişeleri ve şişelere deneme süresince eklenen pH düzenleyiciler, kimyasalların şişelere su girişinden eklenmesi akvaryum hortumları ve şırıngalar vasıtasıyla sağlanmıştır (beyaz ok ile gösterilmiştir).

İkinci uygulama olan, su akışı kesilerek yapılan uygulama da ise, düzenli su akışı olan kuluçka şişelerinin su akışı kesilerek kimyasal ilavesinin yapılması şeklinde olmuştur. Bu yöntemde, kimyasallar 5 dakika uygulanarak pH ölçümü anlık olarak yapılmıştır. Bu uygulamada belirtilen stok çözeltilerden 5 ml'lik miktarın, 500 ml'lik inkübasyon şişelerine ilave edilmesi şeklinde olmuştur. Kontrol grubuna

da 5 ml kuluçka suyu ilave edilerek gruplar arasında uygulama farklılığı elimine edilmiştir. Ardından su akışı tekrar sağlanmıştır. Bu şekilde ise, NaOH ve *P. americana* bitkisinin farklı iki dozları birer gün ara ile uygulamaya tabi tutulmuştur. Her iki denemede de mantarlaşma, yumurta ölümleri ve diğer olumsuz olabilecek bulgular kaydedilmiştir.

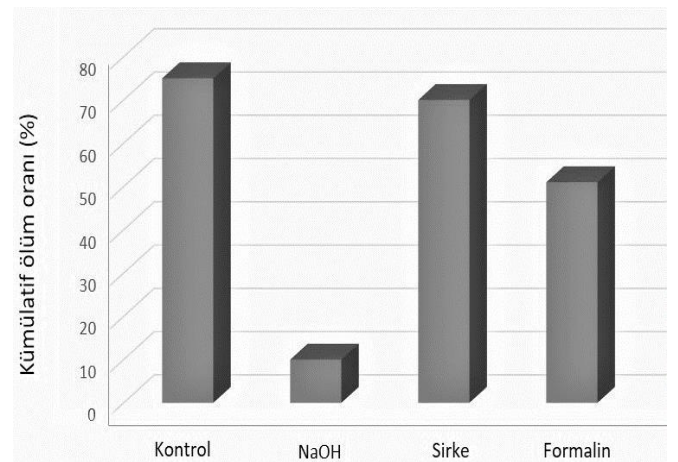
BULGULAR

Alabalık yumurtaları kuluçkalamada alternatif dezenfekte edici ajanların belirlenmesi amacıyla yapılan deneme çalışmalarında denenen maddelerin etkinliği, kontrol grubuna kıyasla diğer gruplardaki hayatta kalma oranı ya da kümülatif ölüm oranlarının tespiti ile belirlenmiştir. Buna göre su akışı kesilerek yapılan durgun sistem diye tanımlanan denemede *P. americana* bitki meyve tozunun (PA) iki farklı konsantrasyonu yumurtalar üzerinde negatif etki meydana getirmiştir. Doz arttıkça olumsuz etkinin de arttığı kaydedilmiştir. Sodyum hidroksit uygulamasında ise kontrol grubu ile bir fark oluşmamıştır (Şekil 3).



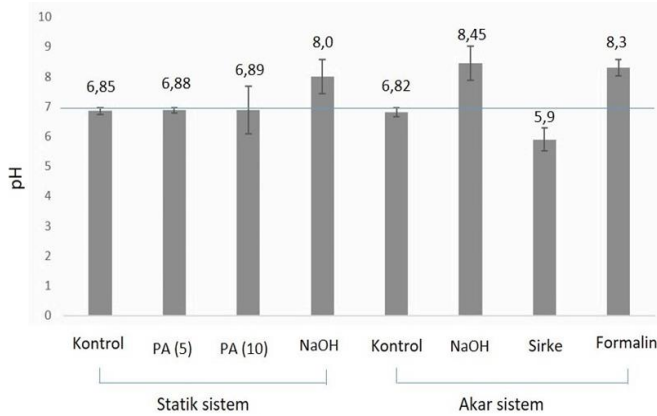
Şekil 3. Su akışı kesilen sistemde kontrol, iki farklı şekerciboyası dozu ve sodyum hidroksit gruplarında gözlenen kümülatif ölüm oranları.

Akar sistemde ise en iyi etki sodyum hidroksit grubunda gözlemlenmiştir. Özellikle mevcut sistemlerde yaygın kullanılan formalin ile kıyasla çok daha etkin bir hayatta kalma oranı kaydedilmiş, kontrol ve sirke (asetik asit) gruplarında önemli kayıplar meydana gelmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Akışlı sistemde farklı kimyasal uygulamaları sonucu alabalık yumurtalarında kümülatif ölüm oranları.

Deneme gruplarında, her iki sistemdeki pH değerleri Şekil 5'te verilmiştir. Su sıcaklık değerleri ise alabalık yumurta inkübasyonu için ideal olan 11,77-12,91°C değerleri arasında kaydedilmiştir.



Şekil 5. Akışlı ve su akışı kesilen sistemlerde farklı kimyasal uygulamaları sonucu gruplarda oluşan pH değerleri.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Alabalık yetiştiricilik sistemlerinde birçok değişken kuluçka performansına etki etmektedir. Anaç balıklar, kuluçka sistemleri ve kalifiye personel bu etkenlerden bazılarıdır. Ancak, su kalitesi, kuluçka performansını etkileyen bekliden en önemli faktördür. Gökkuşuğu alabalığı kuluçka sistemlerinde su sıcaklığı bakımından optimum değer 12°C olarak ifade edilmektedir. (Emre & Kürüm, 2007). Alabalık kuluçka sistemlerinde özellikle su sıcaklığı kuluçka başarısı için kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte pH değeri önemli bir su kalite kriteridir ve bu değer 6,7-8,6 olarak ifade edilmiştir (Leitritz & Levis, 1980). Gerçekleştirilen bu çalışmada, suyun sıcaklık ve pH değerleri sırasıyla 11,77-12,91 ve 7,5 olarak kaydedilmiştir. Bu değerler yumurta inkübasyonu için uygun değerler arasında yer almaktadır.

Sodyum hidroksit, kostik maddeler içerisinde yer alan ve geniş kullanımı olan bir kimyasaldır (Adakan & Çekin, 2014). Kostik sınıfında yer alan diğer tüm maddelerin kimyasal yaralanmalara ve özafagus gibi dokuların tahribatına neden olduğu bildirilmektedir. Buna karşın, sodyum hidroksit gıda üretiminde özellikle zeytin imalatında yasal olarak kullanılan bir maddedir. Ancak tebliğ gereği yasal sınırlara ve uzaklaştırma prosedürüne uyulması gerekliliği önem arz etmektedir. Bu durumun aksine, balıklarda yumurta inkübasyonu ve muhtelif parazitlerin tedavisinde yaygın olarak kullanılan formalinin gıda koruyucusu olarak kullanımında ciddi kanser tehdidi bulunduğu rapor edilmiştir (Mamun vd., 2014). Bu anlamda değerlendirildiğinde formaline göre daha sağlıklı ve çevre dostu denilebilecek olan sodyum hidroksitin alabalık yumurta inkübasyonunda dezenfektan olarak kullanım olanağı bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Bu çalışma ile iki farklı sistemde NaOH gerek gözlenmiş yumurtalarda ve gerekse gözlenmemiş yumurtalarda inkübasyon sırasında kuluçka performansına katkı sağlayan bir kimyasal olarak

belirlenmiştir. Özellikle akar sistemde, yumurta inkübasyonunda mantarlaşmanın önlenmesinde ve dolayısıyla hayatta kalmaya yardımcı olan formalin gibi yaygın kullanımı olan bir kimyasaldan daha etkin bir sonuç vermesi oldukça önemli bir bulgudur. Bu bulgu, sodyum hidroksitin henüz gözlenmemiş ve hiçbir mekanik müdahalenin yapılmadığı dönemde alabalık yumurtalarında mantarlaşmanın önlenmesi ve hayatta kalma oranını arttıracak bir kimyasal olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Şekerciboyası bitkisinin (*P. americana*) özellikle meyve kısmı birçok araştırmaya konu olmuştur. Bu bitkinin meyvelerinden elde edilen materyalin balık yumurtalarında kullanımı ile ilgili fikir, Bajpai vd., (2012)'nin bitki ekstraktlarının diğer bitkilerde hastalık oluşturan mantar hastalıklarına karşı kullanılabilir olduğunu rapor etmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, *P. americana* bitki meyvesinin balık yumurtalarında dezenfektan olarak kullanılıp kullanılmayacağı sorusuna cevap aranmıştır. Elde edilen sonuçlar bu bitki meyvesinin farklı konsantrasyonlarının kontrol grubuna göre yumurtalarda oldukça yüksek bir ölüm oranına neden olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, *P. americana*'nın meyvesinin bahsi geçen doz ve sürelerde alabalık yumurtalarında kullanımı tavsiye edilmemektedir. Ancak çalışmada belirtildiği gibi bu bitki ile ilgili çalışma döllenmiş yumurtalarda ve nispeten yüksek dozlarda uygulanmıştır. Daha düşük konsantrasyonları ve döllenmemiş yumurtalarda sağaltım başarısının sağlanıp sağlanamayacağı ile ilgili çalışmaların yapılması önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu Çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tez Çalışması Olarak Sunulan "Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yumurtalarında Alternatif Dezenfeksiyon Uygulamaları" İsimli Tezden Üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Adakan, Y. & Çekin, A.H. (2014). Kostik maddelerin neden olduğu üst sindirim kanalı yaralanmaları. *Güncel Gastroenteroloji*, 18/3.
- Bajpai, V.K., Baek, K.H., Kim, E.S., Han, J.E., Kwak, M., Oh, K., Kim, J.C., Kim, S. & Choi, G.J. (2012). In vivo antifungal activities of the methanol extracts of invasive plant species against plant pathogenic fungi. *Plant Pathology Journal*, 28(3), 317-321.
- Balta, F., Kayis, S. & Altınok, I. (2008). External protozoan parasites in three trout species in the eastern Black Sea region of the Turkey: intensity, seasonality, and their treatments. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 28(4), 157-162.

- Balta F & Dengiz Balta F., (2018).** Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yavrularında Görülen Hexamitozis'in Tanı ve Tedavisi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, **3**(1), 4-8.
- Emre, Y. & Kürüm, V. (2007).** *Havuz ve kafeslerde alabalık yetiştiriciliği teknikleri*, Ankara, Türkiye, 231s.
- Kayış, Ş. (2019).** Analysis of Fish Health Status in Terms of Sustainability of Aquaculture in Turkey-A SWOT Analysis, *Aquaculture Studies*, **19**(1), 69-76.
- Khosravi, A.R., Mirzargar, S. & Sharifpour, I. (2010).** Fungal contamination in rainbow trout eggs in Kermanshah province propagations with emphasis on Saprolegniaceae. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, **9**(1), 151-160.
- Lasee, B.A. (1995).** *Introduction to fish health management*, U.S. Fish and Wildlife Service, La Crosse Fish Health Center 555, Lester Avenue Onalaska, Wisconsin, 35p.
- Leitritz, E. & Levis, R.C. (1980).** Trout and salmon culture: Hatchery Methods, *California Fish Bulletin*, 164.
- Mamun, M.A.A., Rahman, M.A., Zaman, M.K., Ferdousi, Z. & Abu Reza, M. (2014).** Toxicological effect of formalin as food preservative on kidney and liver tissues in mice model. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, **8**, 47-51.

- Kanlı, E. (2019).** *Gökkuşuğu alabalığı (Oncorhynchus mykiss) yumurtalarında alternatif dezenfeksiyon uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi. RTEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 27s.
- Ural, M.Ş., Çalta M., Celayir Y. & Aydın, R. (2011).** Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1972) yumurtalarının dezenfeksiyonunda kullanılan bazı kimyasal maddelerin kuluçka parametrelerine etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* **4**(1), 37-41.
- Woyanovich, A., Hoitsy, G. & Moth-Poulsen, T. (2011).** *Small-scale rainbow trout farming*, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 561. Rome, 81p.

***Corresponding author's:**

Şevki KAYIŞ¹

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

✉E-mail: sevki.kayis@erdogan.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-9391-7613>

GSM : +90 (505) 452 56 63

Telefon : +90 (464) 223 33 85

Faks : +90 (464) 223 41 18

Salarha Havzası Akarsularında Bakteriyolojik ve Yüzey Aktif Madde Kirliliğinin İncelenmesi

Bülent VEREP^{1*} Büşra Taşpınar ÖLMEZ¹ Cengiz MUTLU²

¹Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, 53100, Rize

²Giresun Üniversitesi, FEF Biyoloji Bölümü, Giresun

*[ID: https://orcid.org/0000-0003-4238-8325](https://orcid.org/0000-0003-4238-8325),

[ID: https://orcid.org/0000-0003-4656-850X](https://orcid.org/0000-0003-4656-850X),

[ID: https://orcid.org/0000-0002-9741-4167](https://orcid.org/0000-0002-9741-4167)

Received date: 22.10.2019

Accepted date: 21.12.2019

Atf yapmak için: Verep, B., Taşpınar Ölmez, B. & Mutlu, C. (2019). Salarha Havzası Akarsularında Bakteriyolojik ve Yüzey Aktif Madde Kirliliğinin İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 565-574.

How to cite: Verep, B., Taşpınar Ölmez, B. & Mutlu, C. (2019). Investigation of Bacteriological and Detergent-Based Pollution in the Salarha Basin Rivers. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 565-574.

Öz: Salarha havzası akarsularında endüstriyel, tarımsal ve evsel atık sularından dolayı oluşabilecek bakteriyolojik ve deterjan kökenli kirliliğin belirlenmesi amaçlanan bu çalışmada; su sıcaklığı 15,4 °C (6,9-23,4 °C), pH 7,78 (4,8-9,7), çözünmüş oksijen 9,5 mg/L (7,09-11,48 mg/L), bulanıklık 15,66 NTU (5,6-13,7 NTU), iletkenlik 134,55 µS/cm (48,1-1504 µS/cm) ve askıda katı madde 45,03 mg/L (0-389 mg/L) olarak ölçülmüştür. Havza sularının evsel atık su kaynaklı deterjan kirliliğinin (anyonik yüzey aktif madde) 0,53 mg/L (0,08-1,53) düzeyinde ve az kirli olduğu belirlenmiştir. Bakteriyolojik kirlilik seviyesi ise toplam koliform 5261 kob/100 ml (4-28000 kob/100 ml), fekal koliform 1825 kob/100 ml (0-12500 kob/100 ml), fekal streptokok 1814 kob/100 ml (24-18750 kob/100 ml) ve ayrıca *E. coli* bakteri sayısının ise 604 kob/100 ml (0-5000 kob/100 ml) olduğu belirlenmiştir. Salarha havzası akarsuları toplam ve fekal koliform bakteri bakımından II. Sınıf yani az kirli, fekal streptokok bakımından havza sularının yüzme suyu kalitesine uygun olmadığı ve *E. coli* sayısı bakımından ise rekreatif amaçlarla kullanılamayacak bir su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Bakteriyolojik kirlilik, deterjan kirliliği, Salarha havzası, su kalitesi.

Investigation of Bacteriological and Detergent-Based Pollution in the Salarha Basin Rivers

Abstract: In this study which has been aimed that the determination of bacteriological and detergent pollution due to industrial, agricultural and domestic waste water in Salarha basin; water temperature 15,4 °C (6,9-23,4 °C), pH 7,78 (4,8-9,7), dissolved oxygen 9,5 mg/L (7,09-11,48 mg/L), turbidity 15,66 NTU (5,6-13,7 NTU), electrical conductivity 134,55 µS/cm (48,1-1504 µS/cm) and suspended solid matter 45,03 mg/L (0-389 mg/L) were measured. The detergent pollution concentration was 0,53 mg/L (0,08-1,53) and has been determined as less polluted. The level of bacteriological pollution parameters were total coliform 5261 kob/100 ml (4-28000 kob/100 ml), fecal coliform 1825 kob/100 ml (0-12500 kob/100 ml), fecal streptococcus 1814 kob/100 ml (24-18750 kob/100 ml) and the number of *E. coli* was 604 kob/100 ml (0-5000 kob/100 ml). It has been determined that the water of Salarha basin has a quality as second class or less polluted on account of fecal coliform bacteria, as unsuitable for swimming with regard to fecal streptococcus and as unusable for recreative aims in point of *E. coli*.

Keywords: Bacteriologic pollution, detergent pollution, Salarha basin, water quality.

GİRİŞ

Türkiye'nin tatlı su ve deniz kaynaklarında bakteriyolojik su kirliliği ve deterjan kirliliği konusunda birçok çalışma 1980'li yıllardan günümüze kadar yürütülmüş ve birçok dergide yayınlanmıştır. Bu çalışmalardan bazıları ise şöyledir; Kıvanç vd. (1996), Eskişehir içme ve kullanma sularında bakteriyolojik kirlilik çalışmalarında: İçme sularında gerek toplam bakteri gerekse koliform bakteri bakımından ilkbahar, kullanma sularında yaz aylarında artış görülmüştür. İçme suyu örneklerinin birinde, kullanma suyu örneklerinin 10'unda total bakteri sayısı standartlarına uymamaktadır. Yine içme sularının 88'inde koliform bakteri saptanmıştır. Koliform saptanan örneklerin tümünde *E. coli* ve fekal koliform belirlenmiştir. İçme sularının Nisan ve Haziran aylarında fekal streptokok saptanmıştır (Kıvanç vd., 1996). 1999 yılında Ağaoğlu vd. (1999), tarafından Van yöresi kaynak sularında gerçekleştirdikleri mikrobiyolojik çalışmalarda genel mikroorganizma sayısı $0-9,4 \times 10^4$ kob/ml (ort. $2,7 \times 10^3 \pm 0,2 \times 10^1$) arasında saptandı. İncelenen kaynak sularının %33,3'ün de koliform organizma tespit edildi (Ağaoğlu vd., 1999). Üçok vd. (1999), Ordu sahil bölgesinde koliform tayini yapmış ve yedi istasyonun dördünde *E. coli* kolonisi tespit edilememiştir. Buna karşın diğer üç bölgede düşük miktarda koloniler tespit edilmiştir. Ünlü vd. (1999)'nin yaptığı çalışmada, Hazar gölünde su kalitesi değerlendirmesinde bakteriyolojik kirlilik açısından göl suyunun kalite kriterleri genel olarak I. ve II. Sınıf suların özelliklerini gösterdiği ötrofikasyon kontrol sınır değerlerinin aşıldığı görülmüştür (Üçok vd., 1999). Alkan vd. (1999) Ulubat gölünün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi çalışmaları sonucunda suyun kalitesinin, gölün bazı noktalarında II. ve III. Sınıf olduğu, fekal kirlenmenin yüksek olduğu ve bazı noktalarda ise IV. Sınıf olduğunu göstermiştir (Alkan vd., 1999). Ağaoğlu vd. (1999), tarafından kaynak sularında gerçekleştirilen mikrobiyolojik çalışmalarda genel mikroorganizma sayısını $0-9,4 \times 10^4$ kob/ml (ort. $2,7 \times 10^3 \pm 0,2 \times 10^1$) arasında tespit edildi ve incelenen kaynak sularının % 33,3'ünde koliform grubu organizma saptandı.

Uğur vd. (2000), tarafından gerçekleştirilen evsel atık su arıtma tesisinde bakteriyolojik kirlilik çalışması sonucunda ise atık su arıtma tesisi girişindeki bakteriyolojik yükün tesis çıkışında azaldığını göstermiştir. Kenar vd. (2001), tarafından Afyon il merkezi içme ve kullanma sularında hijyenik kalite araştırmasında çalışmaya alınan su örneklerinin yedisinde (%23,3) PCA ve laktozlu buyyon ile patojen koliform mikroorganizma kolonisi saptanmış, bunlardan birinde *E. coli*, birinde *Pseudomonas aeruginosa*, bir diğerinde ise *Aeromonas hydrophyla* izole edilmiştir (Kenar vd., 2001). 2002 yılında Keven vd. (2002), tarafından gerçekleştirilen Elazığ sularının yedi yıllık periyottaki mikrobiyolojik kirliliğinin değişimi çalışmalarında 1988-1995 yıllarında arasında koliform organizmaların sayısında

göreceli bir artış olduğunu tespit etmişlerdir (Keven vd., 2002).

Avcı vd. (2005)'nin Tokat ilindeki içme sularının bakteriyolojik kirliliğini araştırmış ve çalışmaları sonucunda tüm su örneklerine oranlandığında patojen etken olarak 119'unda (34,7%) ısıya tolerans *E. coli* (fekal koliform), 223'ünde (65,3%) total koliform tespit edilmiştir. Bu inceleme sırasında koliform kontaminasyon durumunun yılın belirli aylarına göre değişkenliği de izlenmiş ve bu açıdan bazı aylarda arttığı gözlenmiştir (Avcı vd., 2005). Toroğlu vd. (2006)'nin Aksu çayında (Kahramanmaraş) akarsu kirliliğini araştırmış olduğu çalışmada şehir ve çevresinde su kullanımına olan ihtiyacın arttığını, temiz su temininin ve atık suların bertarafının bir problem olarak ortaya çıkmış olduğunu belirtmişlerdir (Toroğlu vd., 2006).

Köksal vd. (2007)'nin İstanbul içme sularının bakteriyolojik yönden incelenmesi çalışmalarında ham suların tamamında (%100) koliform bakteri ve %46'sında dışkı kaynaklı *E. coli* tespit edilmiştir. Bu sulara ayrıca *Aeromonas* %97, *Pseudomonas* %67, *Vibrio* %8, *Plesiomonas* %5, *Yersinia* %1 ve *Shigella* %1 oranlarında bulunmuştur. Arıtma tesisi genel çıkış sularıyla şebeke sularında sırasıyla koliform bakteri %4 ve %5, dışkı kaynaklı *E. coli* %1 ve %2, *Aeromonas* %16 ve %23, *Pseudomonas* %10 ve %14 oranlarında saptanmıştır (Köksal vd., 2007).

Demirci vd. (2007)'nin Damacana sularının mikrobiyolojik kalitesi üzerine pompa temizliğinin etkisini araştırma amaçlı bir çalışma yapmış ve çalışma sonucunda toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı başlangıçta ortalama $8,36 \times 10^1$ kob/ml olarak tespit edilirken, damacanaya takılan pompa ile bu sayının ortalama $3,43 \times 10^3$ kob/ml seviyelerine çıktığı belirlenmiştir. Koliform bakteriye başlangıçta hiçbir örnekte rastlanmazken, pompa takılması ile örneklerin % 60'ında 15-46 EMS/ml arasında koliform bakteri tespit edilmiştir (Demirci vd., 2007).

Şarlı vd. (2007)'nin Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Halk Sağlığı Yönünden incelenmesi çalışmalarında koliform grubu mikroorganizmalar diğer indeks mikroorganizmalarına oranla daha fazla bulunmuş, ayrıca bazı örneklerde doğrulama testleri sonucunda *E. coli* de belirlenmiştir. Bulgular yerleşim yerlerine göre incelendiğinde, musluk ve depo sularının hijyenik kalitesi Van merkezinden alınan örneklerde ilçelere göre daha iyi bulunmuş, ancak kuyu ve dere sularında benzer sonuç elde edilememiştir. Bu sonuçlar, Van merkezdeki içme ve kullanma sularının hijyen kontrollerinin ve dezenfeksiyon işlemlerinin düzenli yapıldığını, ancak kuyu ve derelerin yerleşim yoğunluğuna bağlı olarak daha fazla kirlendiğini göstermiştir (Şarlı vd., 2007).

Sivri vd. (2009)'nin İstanbul Güneybatı Sahili Yüzeysel Sularındaki Enterik Bakterilerin araştırılması çalışmalarında çalışma alanı bakteriyolojik kirlenmeyle karşı

karşıyadır ve mevcut bakteriyel kirlilik seviyesi akuakültür, balıkçılık ve rekreasyonel aktiviteler için belirlenen değerlerin çok üzerindedir (Sivri vd., 2009). Alemdar vd. (2009)'nin Bitlis ili içme sularının bakteriyolojik kirliliğini araştırmış ve mikrobiyolojik analizler sonucunda %30'u enterokok, %12'si koliform, %24'ü sülfid indirgeyen anaerob'lar ve %8'i *E. coli* yönünden standartlarda bildirilen kriterlere uygunluk göstermemiştir (Alemdar vd., 2009). Bulut vd. (2010)'nin Karanfilli çay deresinin mikrobiyolojik kirliliğini araştırmış ve çalışma sonucunda Toplam aerobik bakteri $5-3.7 \times 10^4$, $3,2 \times 10^3-2 \times 10^7$; Koliform grubu bakteri; 0-29, 13->16000 ve *E. coli* 0-0, 0-24 bulunmuştur (Bulut vd., 2010).

Koloren vd. (2011)'nin Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nin Mikrobiyolojik Kirlilik Seviyesinin Belirlenmesi çalışmalarında; Yüzeysel suyun toplam koliform bakteri sayısı >1000 kob/100 ml, fekal koliform bakteri sayısı >11 ve <26 kob/100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >2 ve <20 kob/100 ml olarak bulunmuştur. 5 m derinlikte ise toplam koliform bakteri sayısı >1000 kob/100 ml, fekal koliform bakteri sayısı >8 ve <24 kob/100 ml, fekal streptokok bakteri sayısı >1 ve <13 kob/100 ml arasında tespit edilmiştir (Koloren vd., 2011).

Taşpınar ve Çetindemir (2012), Rize ili sahilinde bakteriyolojik kirlilik seviyesinin araştırılması çalışmasında; en temiz istasyonunun İyidere Sarayköy limanı olduğunu, hiçbir mevsim su kalitesi 1.sınıf su kalitesinin altına inmemiş olduğu, insan sağlığına uygun olmayan bir dönemin söz konusu olmadığı belirtilmiştir. Diğer istasyonlarda (RTEÜ kampüsü sahili, Rize Merkez balıkçı limanı ve İslampaşa sahili) ise özellikle bahar aylarında su kalitesi bakteriyolojik olarak bozulmakta ve insan sağlığı açısından denize girmek sakıncalı olabilmek olduğunu belirtmişlerdir.

Gurun vd. (2013)'i tarafından Aymama Deresinin Marmara denizine Deşarj alanındaki bakteriyolojik kirlilik araştırılmış ve çalışma sonucunda istasyonların bakteriyolojik kirlilik açısından benzerliğini saptamak üzere kümeleme analizi yapılmış, kümeleme analizi sonucu elde edilen sonuçlardan deşarj noktasından 500 metre açıkta bulunan istasyon, Hava Harp Okulu (Yeşilköy) ve dört yıldızlı bir otel ve Yeşilyurt Spor Kulübü önu olarak belirtilen istasyonların fekal koliform, total koliform, fekal streptokok ve *Salmonella spp.* sayıları açısından birinci derecede, deşarj noktasından 1 kilometre açıkta bulunan istasyonun ise genellikle ikinci derecede benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Gurun vd., 2013).

Akkan vd. (2019)'nin Yağlıdere Çayı (Giresun)'nın bakteriyolojik su kalitesi ve kirlilik düzeyinin araştırılması amacıyla 1 yıl boyunca aylık olarak 5 farklı istasyondan su ve sediment örnekleri toplamışlardır. Araştırmacılar fekal koliform bakteri sayısı, fekal streptokok bakteri sayısı ve *E. coli* sayısının, yılın hemen hemen her ayında birden fazla istasyonda referans değerlerden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Süzek vd. (1994)'i tarafından Van Gölü'nde yaşayan İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi*) balığı ve su piresi

(*Daphnia sp.*) için deterjan kirliliğinin etkisini araştırmış ve bu çalışma sonucunda Van şehir kanalizasyonu hiçbir arıtma işlemine uğramadan göle dökülmekte olduğunu ve Van Gölünün henüz kirli olmadığını, fakat önlem alınmazsa yakın bir gelecekte Van Gölü'nün ekolojik dengesinin bozulacağını belirtmişlerdir (Süzek vd., 1994). Özdemir vd. (1994)'nin İskenderun Körfezi ile Çevresindeki kirlilik düzeyini araştırmış ve bu araştırma sonucunda İskenderun Körfezinin, İzmir ve İzmit Körfezi gibi kirli olduğunu, Akdeniz sahilindeki ülkelerin atıklarının İskenderun Körfezi'ne sürüldüğünü, aynı zamanda farklı ülkelere gelen gemiler de sıntıne sularını körfeze bırakmakta olduğunu, İskenderun Körfezi'nin kirlilik problemlerinin her yıl arttığını belirtmişlerdir (Özdemir vd., 1994).

Minareci vd. (2009)'nin Manisa organize sanayi arıtım tesisinin Gediz nehrinde deterjan kirliliğine olan etkilerini belirlemiş ve çalışma sonucunda anyonik deterjan konsantrasyonları 0,217–0,577 mg/L arasında, fosfat konsantrasyonları 0,021–0,184 mg P/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Elde edilen değerler, yüzeysel sulardaki anyonik yüzeysel aktif madde ve toplam fosfor limitleyici konsantrasyonları ile karşılaştırılmış ve atık suyun anyonik deterjan yönünden birinci sınıf yani yüksek kaliteli su, fosfat yönünden de ikinci sınıf yani az kirlenmiş su sınıfında olduğu saptanmıştır (Minareci vd., 2008).

Karaçay'da (Manisa) yürütülen bir deterjan kirliliği araştırma ve analiz sonuçlarına göre anyonik deterjan konsantrasyonu 0,071–1,122 mg/L, fosfat konsantrasyonu 0,002–0,225 mg/L ve bor konsantrasyonu 0,134–3,937 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Karaçay'ın anyonik deterjan parametresi yönünden III. Sınıf (kirlenmiş su) ve fosfat açısından II. Sınıf (az kirlenmiş su) sınıfında olduğu saptanmıştır. (Minareci vd., 2009).

Gültekin vd. (2012)'i Trabzon ili akarsularının yağışlı dönem su kalitesi parametrelerini belirlemiş ve çalışma sonucunda inceleme alanındaki tüm suların Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Kıta İçi Su Kaynakları Kalite Kriterleri'ne göre birçok parametre açısından yüksek kaliteli sular sınıfında iken, genellikle Cu, Pb, Mn, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄⁻, CN⁻ ve KOİ parametreleri açısından az kirlenmiş, kirlenmiş ve çok kirlenmiş su sınıfında olduğu bildirilmiş ve sularda kirlilik oluşturan parametrelerin çoğunlukla tarımsal faaliyetlerden ve çevresel atıklardan kaynaklandığı belirtilmiştir (Gültekin vd., 2012).

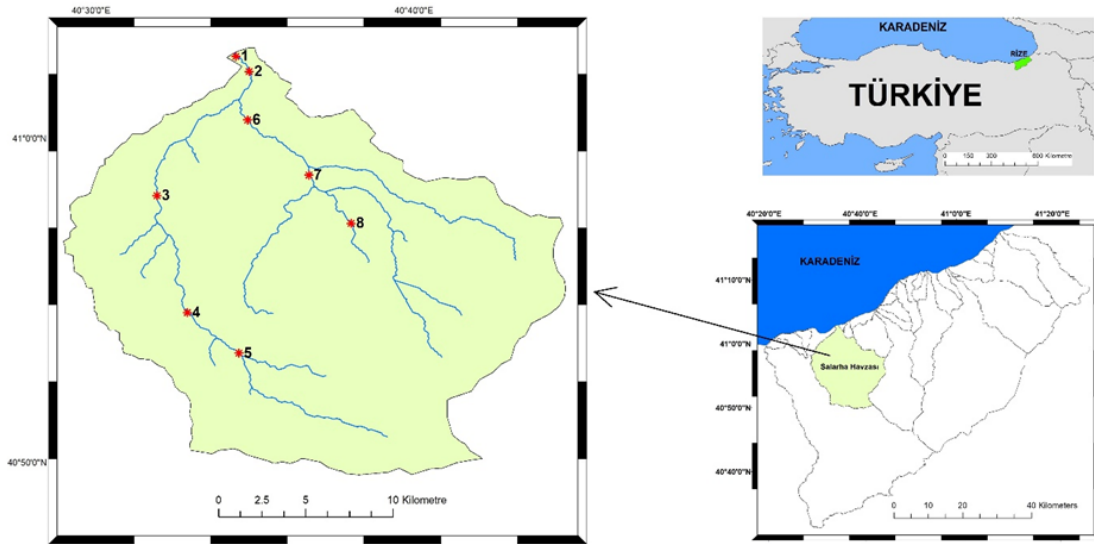
Günlük insani faaliyetler içerisinde oldukça yoğun atık su üretimi söz konusu olurken bu atık suların içeriğinde deterjan ve dışkı atıklarının ön planda olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Polat ve Akkan (2016), Giresun sahil şeridinde 24 farklı noktadan 8 istasyonu temsil edecek şekilde topladıkları su örneklerinde anyonik deterjan konsantrasyonu değişiminin 0,887-1,987 mg/L olduğunu rapor etmişlerdir. Akkan (2017), Harşit Çayı yüzeysel suyu numunelerinde yapmış olduğu çalışmada anyonik deterjan konsantrasyonunun 0,311 ile 0,757 mg/L aralığında seyrettiğini tespit etmiştir.

Yukarda özeti sunulan literatüre bakıldığında Türkiye'nin nüfusu yoğun illerinin yanında diğer bölgelerde de bu tür konularda araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak Doğu Karadeniz bölgesinde mikrobiyolojik su kalitesi ve deterjan kirliliği konusunda yeterli sayıda çalışmaların yürütülmediği görülmektedir. Bu çalışmada Rize ili çevresinde nüfus yoğunluğunun en yoğun olduğu akarsu havzalarından Salarha havzası seçilmiş olup Güneysu, Taşlıdere ve Muradiye kollarında evsel atık suların etkisini belirlemek amacıyla bakteriyolojik ve deterjan kökenli su kirliliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal: Bu araştırma Salarha akarsu havzasında Taşlıdere olarak bilinen mevkiden başlayarak 378 m yükseklik koduna ulaşan 8 farklı istasyonda yürütülmüştür. Çalışmadaki örnekleme istasyonları Taşlıderenin denize

döküldüğü nehir ağzına yakın olan sahil karayolu köprüsü altında belirlenmiş ilk istasyon (İst.1), yine Taşlıdere üzerinde tespit edilmiş Askoroz köprüsüne yakın mevkideki ikinci istasyon (İst.2), Çaykent istasyonu (İst.3), Muradiye istasyonu (İst.4) ve Andon (İst.5) istasyonları Muradiye kolunda, Pazarköy (İst.6), Güneysu Gürgen deresi (İst.7) ve Güneysu Kibledağı (İst.8) istasyonları ise Güneysu kolu üzerinde olmak üzere, Salarha deresinin Taşlıdere, Muradiye ve Güneysu kolları üzerinde bulunmaktadır. Bu havza yerleşik nüfus açısından bakıldığında 11.234 kişinin yaşadığı bir havza olup yerleşim oldukça dağınık, akarsu yataklarına yakın konumda ve dar bir arazi yapısı arz etmektedir. Havzada sahilinden itibaren özel ve Çaykur'a bağlı olmak üzere birçok çay işleme fabrikası faaliyet göstermektedir. Son dönemlerde Taşlıdere ve Güneysu dereleri üzerinde Hidro Elektrik Santrallerin (HES) inşaat ve işletme çalışmaları da havzada önemli bir çevresel sorun teşkil etmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanı.

Çalışma alanı: Salarha havzası, Rize'nin güneydoğusunda Taşlıdere'nin denizle birleştiği noktadan güneye doğru akarsu havzası boyunca uzanmaktadır. Doğudan Çayeli, Batıdan İkizdere, Kuzeyden Rize-Merkez ve Güneyden Erzurum hudutları (Kaçkar Dağları) ile çevrilidir. Havzada 2000 metrenin altında kalan birçok tepe mevcuttur. Havza engebeli bir arazi yapısına sahiptir. Arazinin tümü bitki örtüsü ile kaplıdır. Havza dört mevsim ılıman ve yağışlı bir iklime sahiptir. Salarha havzasındaki yerleşim alanları genel olarak 1 ilçe ve 4-5 beldeye dağılmıştır. Güneysu ilçesinin yanında Merkez ilçeye bağlı Muradiye, Çaykent ve Taşlıdere beldeleri söz konusudur. Salarha havzasında bulunan ilçe, belde ve köylerde 12,000-13,000 kişi yaşamaktadır. Diğer taraftan akarsu havzasında dere yataklarındaki alüvyal düzlemsel alanlar zamanla istinat duvarları çekilerek arazi olarak değerlendirilmekte, endüstriyel, tarım ve yerleşim alanı olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla havzada yaşayan nüfus zamanla artmaktadır.

Böylece havza akarsularına ulaşan atık suların miktarı da artmaktadır.

Su numunelerinin örnekleme: Salarha havzası akarsularında seçilen 8 ayrı noktadan her ay su numunesi alınarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Kimyası laboratuvarında analiz edilmiştir. Su numuneleri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği göre su kaynağını en iyi temsil edebilecek noktalardan, akarsu yüzeyinden yaklaşık 50 cm derinlikten ve akıntı yönüne doğru alınmıştır (Anonim, 2004). Numune alım noktasının sıcaklığı, çözülmüş oksijen, çözülmüş oksijen yüzdesi, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, toplam çözülmüş katı madde ve pH'sı numune alım sırasında elektrometrik yöntemle ölçüm yapan taşınabilir arazi tipi Hach Lange HQ40D multi probla ölçülmüştür. Dışarıdan kaynaklanacak kontaminasyonları engellemek için su numunelerinin toplanmasında ve su analizi çalışmalarında standart metot kurallarına uyulmuştur APHA (1998).

Kimyasal analizler için 2,5 litrelik seyreltik asitli su ve deiyonize suyla temizlenmiş plastik şişeler kullanılmıştır.



Şekil 2. I-No Örnekleme İstasyonu (Sahil Köprü).



Şekil 3. II-No Örnekleme İstasyonu (Askoroz Köprü).



Şekil 4. III-No Örnekleme İstasyonu (Çaykent).



Şekil 5. IV-No Örnekleme İstasyonu (Muradiye).



Şekil 6. V-Örnekleme İstasyonu (Andon).



Şekil 8. VII-No Örnekleme İstasyonu (Gürgen Deresi, Güneysu).



Şekil 9. VIII-No Örnekleme İstasyonu (Kible dağı)

Metot: Çalışma bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su numuneleri üzerinde arazide öncelikle fiziko-kimyasal su kalite parametreleri (su sıcaklığı, çözülmüş oksijen ve yüzdesi, elektriksel iletkenlik, TDS, tuzluluk ve pH) ölçüm yerinde taşınabilir özellikte Hach Lange HQ40D marka çoklu su kalite ölçer kullanılarak ölçülmüştür. Dışarıdan kaynaklanacak kontaminasyonları engellemek için su numunelerinin toplanmasında ve su analizi çalışmalarında APHA (1998) standart metot kurallarına uyulmuştur. Mikrobiyolojik analizler için alınan numuneler önceden steril edilmiş örnek toplama kaplarına kurallara uygun olarak alınır ve soğutma kaplarında araştırma laboratuvarına ulaştırılmıştır.

Mikrobiyolojik analizler için koyu renkli 500 ml'lik kapaklı plastik şişeler kullanılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için kullanılan cam şişeler pastör fırınında 170 °C de 1 saat bekletilerek kurutulur ve ardından otoklavda 121 °C de 1 atm basınç altında 20-25 dk. tutularak steril hale getirilir. Diğer

analizler için 2,5 litrelik seyreltik asitli su ve deiyonize suyla temizlenmiş plastik şişeler kullanılmıştır.

Yapılan ölçümler ve izlenen parametreler: Çalışma bölgesinde belirlenen istasyonlardan alınan su numuneleri üzerinde yapılan mikrobiyolojik analizlerde Fekal koliform, Total koliform, Fekal streptokok ve *E. coli* miktarları tespit edilmiştir. Fizikokimyasal parametreler ve deterjan (yüzey aktif madde) ölçümleri aylık, mikrobiyolojik analizler ise mevsimlik olarak gerçekleştirilmiştir. Toplamda 12 aylık ölçüm ve analizler istatistiki olarak değerlendirilerek mevsimsel değişimler ortaya koyulmuştur.

Deterjan kirliliği tayin metodu: Bu metot, metilen mavisinin anyonik yüzey aktif maddelerle reaksiyona girdiğinde mavi renkli tuz veya iyon çifti oluşturması prensibine dayanır. Metot; anyonik yüzey aktif maddeleri ile (LAS, diğer sülfonatlar ve sülfat esterleri gibi) uygun sonuçlar vermektedir. Bu metot ile tayin edilen maddeler 'metilen mavisini aktif maddeleri olarak ifade edilir. Metilen mavisinin, anyonik deterjanlarla reaksiyonu sonucu oluşan mavi renkli tuz, kloroformda çözünür ve oluşan mavi rengin şiddeti, konsantrasyon ile orantılıdır. Çalışmada su numunelerinde deterjan analizinde fotometrik yöntem kullanılmıştır. Su örneklerinde deterjan analizleri, HachLange DR3900 model spektrofotometre kullanılarak geliştirilmiş kitlerle (HachLange LCK332; 0,05-2,0 mg/L) fotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.

Mikrobiyolojik kirlilik tayin metotları: Çalışmada bakteri tayini için Membran Filtrasyon yöntemi kullanılmıştır. Hidrofobik Grid Membran Filtre (HGMF) tekniği özellikle su ve diğer sıvı gıdaların analizinde kullanılmaktadır. Bu teknikte örnek önce bir membran filtreden geçirilerek mikroorganizmalar filtre üzerinde tutulmaktadır. Daha sonra bu filtreler uygun besiyeri üzerine arada hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmekte ve oluşan koloni sayısından materyaldeki mikroorganizma sayısı hesaplanmaktadır. Filtreler üzerinde bulunan birbirini dik kesen hidrofobik hatlar, oluşan kolonilerin dağılmasını önlemekte ve böylece kolay sayım yapılmasını sağlamaktadır. HGMF tekniği ile *E. coli* sayımı AOAC (Amerikan Resmi Analitik Kimyacılar Birliği) tarafından standart analiz yöntemi olarak kabul edilmiştir. Membran filtrasyon tekniğinin çoklu tüp yönteminden bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri; örnekte aranan mikroorganizma sayısı 10 ml de 1 veya daha az ise bile mikroorganizmayı belirleme imkânı vermesi ve inkübasyondan sonra filtrelerin kurutulmasıyla saklanabilmesidir. Ayrıca bu yöntemle sıvı besiyeri hazırlamanın birçok safhası ortadan kalktığı için kontaminasyon riski en aza inmiş olur (Tayar, 2013).

Membran filtrasyon yöntemi: Süzme işlemine başlamadan önce, filtre (süzme) aleti ve çelik huni bek alevinden geçirilerek sterilize edilir. Daha sonra filtre vakum aletine bağlanan özel erlenmayer şişesine aktarılır. İçinde katı besiyeri bulunan petri kutusunun kapağı bek alevinin yanında açılarak, steril bir pipetle 3 ml steril damıtık su koyulur ve

kapağı kapatılır. Filtre membranı tutmak için kullanılarak düz ağızlı pens ispiroya batırılarak sterilize edilir. İçinde filtre membranı bulunan zarf yırtılır. Steril membran, düz ağızlı steril pensle tutulup, çelik huni altındaki süzgecin üzerine kareli yüzü yukarı gelecek şekilde yerleştirilir. Üst kısmına çelik huni sterilize edilerek takılır, kıskaçla kilitlenir ve filtrenin alt kısmında bulunan musluk açılır. Vakumlu motor çalıştırılıp, hunideki numune erlene süzülür. Süzülme istenen sıvılar filtreden kendi ağırlıklarıyla geçemediğinden, süzme için basınç kullanmak gerekir.

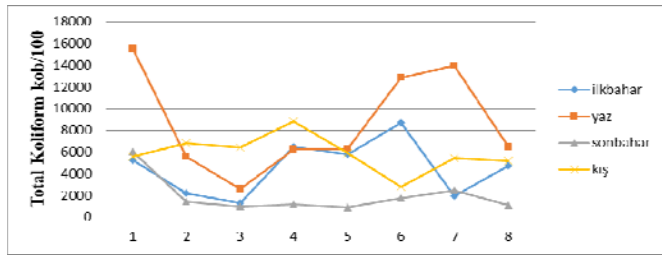
Bu sistemde elektrikli vakum pompası çalıştırılarak, erlenin yatay durumdaki dar borusundan erlenin içindeki hava emilerek suya basınç uygulamak yoluyla süzülür. Süzülen su numunesindeki bakteriler, zardaki küçük porlardan geçemediklerinden zarın üzerinde kalırlar. Süzme işlemi bittikten sonra elektrikli vakum pompası durdurulur, çelik huni yeniden çıkarılır. Tekrar steril edilmiş pensle membran filtrenin kenarından tutularak alınır ve içinde uygun besiyeri bulunan petri kutusuna membran filtrenin kareli kısmı üste gelecek şekilde yerleştirilir. Petri kapatılarak etüve konulur ve uygun sıcaklıkta inkübasyona bırakılır. Membranda sayılamayacak kadar çok koloni oluşması durumunda, tekrar yapılacak olan ekimden önce "dilüsyon yöntemi" uygulanarak numune steril şartlarda, homojen şekilde 10, 100, 1000 veya 10000 kat seyreltildikten sonra ekimi yapılır.

Membran filtrasyon yöntemi ile toplam koliform tayininde filtreler endobesiyeri üzerine konularak ve 37-38°C de 24 ile 48 saat arasında etüve bırakılır. HGMF ile fekal koliform sayılmasında ise filtreler m-FC Agar besiyerine alınmış ve 44,5°C de 22-24 saat inkübasyona bırakılır. İnkübasyon sonunda bir veya birden fazla mavi renkli koloni gelişimi görülen alanlar belirlenir ve değerlendirme koliform bakteri sayımında olduğu gibi yapılır. Membran filtrasyon yöntemi ile *Streptococcus feacalis* saptamada filtreler azide (safralı) besiyeri üzerine yerleştirilir ve en az 2 gün olmak üzere 2-3 gün arasında 37-38°C de etüve konulur. İnkübasyon sonunda besiyerinde çapları 0,5 ile 2 mm arasında değişen koyu kahverengi ve etrafı düz olan koloniler *Streptococcus feacalis* olarak tespit edilir ve sayılır (Özkanca, 2014).

BULGULAR

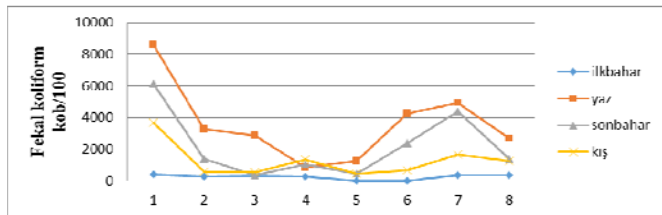
Mikrobiyolojik kirlilik parametreleri: Çalışma periyodu içerisinde 8 farklı istasyondan alınan numuneler üzerinde yapılan bakteriyolojik izlemeler sonucunda Salarha havzasında toplam koliform değerlerinin 4-28000 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama toplam koliform değerinin 5261 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük total koliform bakteri sayısı 4 kob/100 ml kaydedilirken en yüksek toplam koliform bakteri sayısı ise 28000 kob/100 ml olarak ölçülmüştür. Toplam koliform bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde bulunan Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre değerlendirilirse II.

Sınıf yani az kirli olduğu görülmektedir (Anonim, 2012) (Şekil 10).



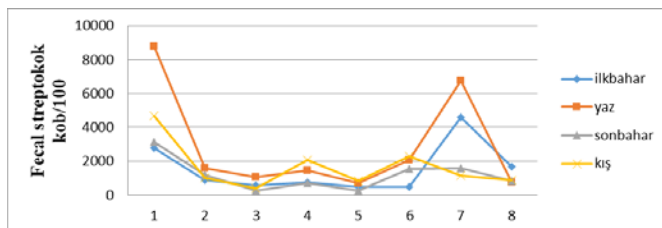
Şekil 10. Toplam koliform ortalama bakteri sayısının mevsimlik değişimi.

Salarha havzasının Fekal koliform bakteri sayısının 0-12500 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama fekal koliform değerinin 1825 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük fekal koliform bakteri sayısı 0 kob/100 ml kaydedilirken en yüksek fekal koliform bakteri sayısı ise 12500 kob/100 ml olarak ölçülmüştür. Fekal koliform bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde bulunan Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre değerlendirilirse II. Sınıf yani az kirli olduğu görülmektedir (Anonim, 2012) (Şekil 11).



Şekil 11. Fekal koliform ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi.

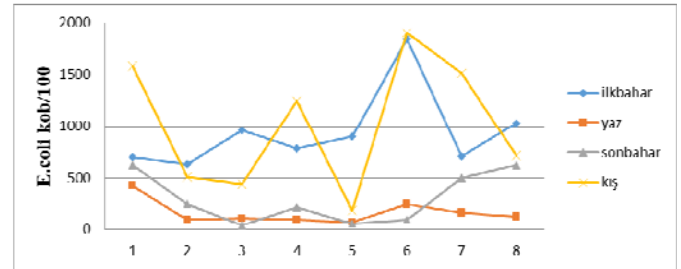
Fekal streptokok bakteri sayısının ise 24-18750 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama fekal streptokok değerinin 1814 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük fekal streptokok bakteri sayısı 24 kob/100 ml kaydedilirken en yüksek fekal streptokok bakteri sayısı ise 18750 kob/100 ml olarak ölçülmüştür. Fekal streptokok bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde insan sağlığı için zorunlu olarak aşılmaması istenen 1000 kob/100 ml değeri aşıldığında yüzme açısından uygun bir su kaynağı olmadığı anlaşılmaktadır (Anonim, 2006) (Şekil 12).



Şekil 12. Fekal streptokok ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi.

E. coli sayısının ise 0-5000 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama *E. coli* değerinin 604 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük *E. coli* bakteri sayısı 0 kob/100 ml kaydedilirken en yüksek *E. coli* bakteri

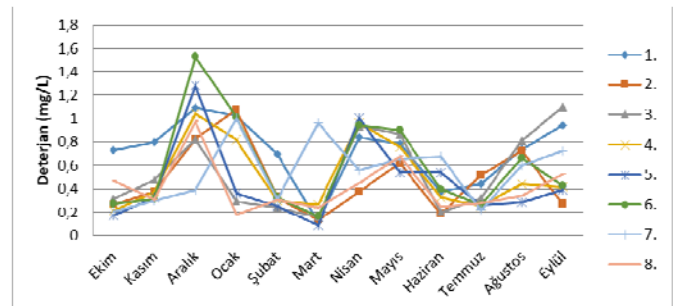
sayısı ise 5000 kob/100 ml olarak ölçülmüştür. *E. coli* bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde bulunan Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Rekreasyon Maksadıyla Kullanılan Kıyı ve Geçiş Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerlere bakıldığında aşılmaması istenen zorunlu değer üstüne çıktığı görülmektedir (Anonim, 2012) (Şekil 13).



Şekil 13. *E. coli* ortalama değerlerinin mevsimlik değişimi.

Yüzey aktif madde (Anyonik deterjan):

Çalışma periyodu içerisinde yapılan anyonik deterjan ölçümleri sonucunda Salarha havzasında deterjan değerlerinin 0,08 ile 1,53mg/L arasında değiştiği ve deterjan ortalama değerinin 0,53 mg/L civarında olduğu belirlenmiştir. En düşük deterjan değerinin (0,08 mg/L) mart ayında 5. istasyonda (Andon) kaydedilirken en yüksek deterjan değerinin (1,53 mg/L) ise aralık ayında 6.istasyonda (Pazarköy, Güneysu köprü altı) ölçülmüştür (Şekil 14).



Şekil 14. Anyonik deterjan değerlerinin aylara göre değişimi.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinde bulunan Kıta içi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre 1 mg/L üzerindeki Yüzey aktif madde içeren sular kirli olarak adlandırılırken 1,5 mg/L değeri üzerindeki ise çok kirli suları temsil etmektedir (Anonim, 2004). Bu çalışma sonuçları buna göre değerlendirildiğinde Salarha havzası suları genel olarak yüzey aktif madde açısından (deterjan) az kirli sayılırken, Aralık ayında 5 istasyonda (1,4,5,6 ve 8), Ocak ayında ve 2 istasyonda (1 ve 7) ise en yüksek değerler ölçülmüştür. Dolayısıyla Salarha havzasının deterjan kirliliği açısından kış ayları en kirli dönemleri olduğu söylenebilir (Şekil 14).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmanın yürütülmüş olduğu alanda temel fizikokimyasal su kalite göstergeleri sırasıyla su sıcaklığı 15,4°C (6,9-23,4°C), pH 7,78 (4,8-9,7), çözülmüş oksijen 9,5

mg/L (7,09-11,48 mg/L), bulanıklık 15,66 NTU (5,6-13,7 NTU), iletkenlik 134,55 μ S/cm (48,1-1504 μ S/cm) ve askıda katı madde 45,03 mg/L (0-389 mg/L) olarak ölçülmüştür. Havza yoğun nüfus yerleşimi içermesi sebebiyle tarımsal aktiviteler, evsel katı ve sıvı atıklar ve havzanın aşağı kotlarında yoğun orta ölçekli endüstriyel tesisler ve çok sayıda çay sanayi sektörüne bağlı fabrikaların çeşitli türden atıkları havza akarsularında evsel atık su kökenli mikrobiyolojik ve deterjan kökenli kirliliğin oluşmasını sağlamaktadır.

Mikrobiyolojik kirlilik: Salarha havzasında toplam koliform değerleri 4-28000 kob/100 ml arasında değişmekte olup ortalama toplam koliform değerinin 5261 kob/100 ml civarında olduğu belirlenmiştir. Toplam koliform bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflandırılmasına göre değerlendirilirse II. Sınıf yani az kirli olduğu görülmektedir (Şekil 10). Diğer taraftan fekal koliform bakteri sayısının 0-12500 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama fekal koliform değerinin 1825 kob/100 ml civarında olduğu görülmektedir. Fekal koliform

bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri de Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflandırılmasına göre değerlendirildiğinde II. Sınıf yani az kirli olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 1) (Şekil 11).

Fekal streptokok bakteri sayısının 24-18750 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama fekal streptokok değerinin 1814 kob/100 ml civarında olduğu çalışmada Fekal streptokok bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliğine göre yüzme açısından uygun bir su kaynağı olmadığı ortaya çıkmıştır (Şekil 12). Ayrıca *E. coli* bakteri sayısının ise 0-5000 kob/100 ml arasında değiştiği ve ortalama *E. coli* değerinin 604 kob/100 ml civarında olduğu bu çalışmada, *E. coli* bakteri sayısının yıllık ve mevsimlik ortalama değerleri Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Rekreasyon Maksadıyla Kullanılan Kıyı ve Geçiş Sularının Sağlaması Gereken Standart Değerler açısından aşılmaması istenen zorunlu değer üstüne çıktığı görülmektedir (Tablo 1) (Şekil 13).

Tablo 1. Salarha havzası akarsularının bakteriyolojik ve deterjan kirliliği istatistikleri.

İstasyonlar									
Parametre		1	2	3	4	5	6	7	8
Deterjan (Anyonik) (mg/L)	Ortalama	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4
	Std. Sp.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2
	Min.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
	Maks.	1,1	1,1	1,1	1,0	1,3	1,5	1,0	1,0
Fekal Koliform (kob/100ml)	Ortalama	4695,8	1366,0	1034,3	874,8	540,9	1828,3	2831,4	1429,5
	Std. Sp.	3808,6	1780,5	1431,2	755,9	727,3	2243,9	2859,3	1313,9
	Min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Maks.	12500,0	6250,0	4250,0	2399,0	2500,0	7500,0	9375,0	4350,0
Fekal Streptokok (kob/100ml)	Ortalama	4835,4	1159,3	576,3	1244,0	560,9	1601,4	3510,8	1030,3
	Std. Sp.	4595,5	644,9	711,7	869,6	520,3	1246,3	4368,1	765,7
	Min.	1200,0	56,0	80,0	236,0	24,0	100,0	848,0	80,0
	Maks.	18750,0	1900,0	2500,0	2900,0	1500,0	4500,0	15625,0	2600,0
<i>Escherichia coli</i> (kob/100ml)	Ortalama	831,0	369,6	387,8	585,0	302,7	1017,9	718,7	622,6
	Std. Sp.	664,9	459,4	691,4	688,6	698,3	1650,0	761,5	751,9
	Min.	125,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0
	Maks.	2500,0	1700,0	2500,0	2099,0	2500,0	5000,0	2574,0	2700,0

Ülkemizin değişik bölgelerinde su kaynaklarında bakteriyolojik su kalitesi çalışmalarında benzer araştırmalar yapılmıştır (Koloren vd., 2011; Ünlü vd., 1999; Alkan vd., 1999; Gurun vd., 2013, Toroğlu vd., 2006). Gaga gölünün (Ordu) mikrobiyolojik su kalitesinin araştırıldığı çalışmada göl suyunun mikrobiyolojik açıdan su kalite sınıfı II. Sınıf yani az kirlenmiş olduğu ifade edilmiştir (Koloren vd., 2011). Diğer taraftan Ünlü ve Uslu (1999) ise Hazar gölünün bakteriyolojik özelliklerini araştırdıkları çalışmada göl suyunun I ve II. Sınıf su kalitesi özelliği gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Uluabat gölünün su kalitesiyle ilgili bir çalışmada ise gölün bazı noktalarında mikrobiyolojik su kalitesinin II. ve III. Sınıf olduğu, fekal kirlenmenin yüksek olduğu bazı noktalarda ise IV. sınıf olduğu belirtilmektedir (Alkan vd., 1999). Gurun ve Erdem (2013)'ün Ayamama deresinin Marmara Denizine deşarj noktasında bakteriyolojik kirliliği araştırdıkları çalışmada ise Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi için çok ciddi bir bakteriyolojik risk taşıdığı belirtilmektedir. Aksu çayının (Kahramanmaraş) kirlilik

seviyesinin incelendiği diğer bir çalışmada ise araştırmann yapıldığı tüm istasyonlarda dört mevsim boyunca III. Sınıf yani kirli sayılabilecek bir su kalitesinin mevcut olduğu tespit edilmiştir (Toroğlu vd., 2006).

Bu çalışmada ise genel olarak total ve fekal koliform açısından II. Sınıf yani az kirli, fekal streptokok açıdan bakıldığında Salarha havzası sularının yüzme suyu kalitesine uygun olmayan bir karakterde olduğu ve *E. coli* sayısı bakımında rekreatif amaçlarla kullanılmayacak bir su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle araştırma sahasında belirlenmiş istasyonlardan Güneysu ilçesi çıkışı ve akarsu ağzına yakın istasyonlarda bakteriyolojik kirlilik seviyeleri ön plana çıkmaktadır. Bu sonuçları ortaya çıkaran faktörlerden bazılarının havzanın yerleşik nüfus açısından yoğun olması ve endüstriyel tesislerin özellikle bu havzada yerleşmiş olması olarak ifade edilebilir. Özellikle özel ve devlet kökenli çay fabrikalarının bu yörede bulunması, dört mevsim kırsal yerleşim alanı ihtiva etmesi ve tarımsal faaliyetlerin yoğunluğu bu faktörlere eklenebilir.

Deterjan kirliliği: Salarha havzası sularında Yüze aktif madde (Anyonik Deterjan) değeri ortalama 0,53 mg/L ve 0,08-1,53 aralığında bir yıllık periyot içerisinde değişmiştir. Salarha havzası akarsularının yüze aktif madde parametresi incelemelerinde elde edilen bulgular suçul yaşamın korunması için genel su kalite kriterleri ve yüzeysel suların kirlilik derecelerinin belirlenme kıstaslarına göre değerlendirildiğinde genel olarak az kirli olduğu ancak bazı dönemlerde 1.,2.,4.,5.,6.,7. ve 8. istasyonlarda normal değerlerin üstüne çıktığı görülmektedir. Özellikle Aralık ayında 1.,4., 5. ve 6. İstasyonlarda, Ocak ayında 1.,2., 6. ve 7. İstasyonlarda deterjan açısından kirli sayılabilecek durumlara ulaşılmaktadır. Sadece 6.istasyon olan Güneysu ilçesi çıkış sularını temsil eden Pazarköy istasyonunda çok kirli koşullar Aralık ayında görülmektedir.

Salarha havzası sularının ortalama Yüze aktif madde konsantrasyonu 0,08-1,53 mg/L arasında değişirken Türkiye'nin farklı bölgelerinde deterjan kirliliği çalışmalarında, Karaçay (Manisa)'da 0,071-1,122 mg/L (Minareci, 2009), Ankara Çay'ında 0,88-3,00 mg/L (Vural ve Duygu, 1992) ve Gediz nehrinde 0,217-0,577 mg/L (Minareci, 2009) arasında değişen sonuçlar bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde Türkiye'de farklı bölgelerde gerçekleştirilen çalışmalarla karşılaştırılabilir ölçekte olduğu ve Salarha havzası sularının yüze aktif madde kirliliğinin (anyonik deterjan) Ankara Çayından daha temiz iken Gediz ve Karaçay'dan daha kirli olduğu görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma RTEÜ Bilimsel Araştırma Projeleri biriminde "Salarha Havzası Akarsularında Eysel Atık Sulardan Dolayı Oluşabilecek Bakteriyolojik ve Deterjan Kökenli Kirliliğin Araştırılması" isimli ve 2014.103.01.01 kod numaralı projeye desteklenmiştir. Çalışma alanının haritasının hazırlanmasında katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi. Ali Erdem ÖZÇELİK'e teşekkür ediyoruz.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S. & Dede, S. (1999).** Van yöresinin kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kalitesi. *Van Tıp Dergisi*, 6(2), 30-33.
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S. & Alişarlı, M. (2009).** Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji Dergisi*, 19(73), 29-38.
- Alkan, U., Çalışkan, S. & Mescioğlu, Ü. (1999).** Uluabat Gölü'nün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi. *Çevre Dergisi*, 9(33), 3-5.
- Akkan, T. (2017).** An assessment of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) pollution in Harsit Stream, Giresun,

Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(5), 3217-3221.

- 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. Doi: 10.17216/limnofish.450722.
- Anonim. (2004).** T.C. Resmi Gazete, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 25687, 31.12.2004, 6s.
- Anonim. (2012).** T.C. Resmi Gazete, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. 28483, 31.1.2012, 6s.
- Anonim. (2006).** T.C. Resmi Gazete, Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği, 26048, 09.01.2006, 7s.
- APHA. (1998).** *Standard methods for the examination of water and wastewater*, American Public Health Association, Washington, DC, USA, 132p.
- Avcı, S., Bakıcı, M. & Erandaç, M. (2006).** Tokat ilindeki içme sularının bakteriler yönünden araştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 28(4), 107-112.
- Bulut, C., Akçimen, U., Uysal, K., Küçükbara, R. & Savaşer, S. (2010).** Karanfilliçay Deresi suyunun fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerinin mevsimsel değişimi ve akuakültür açısından değerlendirilmesi. *Fen Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 1-7.
- Demirci, A., Gümüş, T. & Demirci, M. (2007).** Damacana sularının mikrobiyolojik kalitesi üzerine pompa temizliğinin etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3), 271-275.
- Gurun, S. & Erdem, A. (2013).** Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne deşarj alanındaki bakteriyolojik kirlilik düzeyinin incelenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 22(86), 48-57.
- Gültekin, F., Ersoy, A., Hatipoğlu, E. & Celep, S. (2012)** Trabzon ili akarsularının yağışlı dönem su kalitesi parametrelerinin belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 21(82), 77-88.
- Kenar, B. & Altındış, M. (2001).** Afyon il merkezi içme ve kullanma sularında hijyenik kalite araştırması. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 2, 269-274.
- Keven, F. (2002).** Elazığ içme sularının yedi yıllık periyottaki kimyasal ve mikrobiyolojik değişimi. *Gıda Dergisi*, 27(5), 407-410.
- Kıvanç, M., Kunduhoğlu, M., Atik S. & Malkoçoğlu B., (1996).** Eskişehir içme ve kullanma sularının bakteriyolojik kirliliği. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 19, 19-21.
- Koloren, Z., Taş, B. & Kaya, D. (2011).** Ulugöl (Ordu, Türkiye)'de fekal kirlilik indikatör bakterilerin tespiti. *Ordu Üniversitesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 151-156.
- Köksal, F., Oğuzkurt, N. & Samastı, M. (2007).** İstanbul içme sularının bakteriyolojik yönden incelenmesi.

- Türk Mikrobiyolojisi Cemiyeti Dergisi*, 37(3), 164-168.
- Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö. & Minareci, E. (2008).** Manisa organize sanayi arıtım tesisinin, Gediz nehrinde deterjan kirliliğine olan etkilerinin belirlenmesi, *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 4(1), 65-72.
- Özdemir, N. (1994).** İskenderun Körfezi ile çevresindeki kirlilik. *Çevre Dergisi*, 12, 25-27.
- Özkanca, R. (2014).** *Akuatik Mikrobiyoloji*. Sürat Üniversite Yayınları, 248s.
- Polat, N. & Akkan, T. (2016).** Assessment of heavy metal and detergent pollution in Giresun coastal zone, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(8), 2884-2890.
- Sivri, N. & Şeker, D. (2009).** İstanbul Güneybatı sularında enterik bakterilerin CBS desteği ile incelenmesi. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10(4), 505-511.
- Süzek, H. (1994).** Van Gölü'nde yaşayan inci kefali (*Chalcal burnus tarichi*) balığı ve su piresi (*Daphnia* sp.) için deterjan kirliliğinin etkisi. *Ekoloji Dergisi*, 10, 26-27.
- Şarlı, M., Ağaoğlu, S. & Alemdar, S. (2007).** Van Bölgesi içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 18(1), 67-77.
- Taşpınar, B., Verep, B., Terzi, E. & Çetindemir, D. (2015).** Rize ili kıyı şeridinde bakteriyolojik kirliliğin araştırılması. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 17-27.
- Tayar, M. (2018).** *Hijyen ve Sanitasyon*. Bursa Uludağ Üniversitesi Karacabey Meslek Yüksekokulu, 185s.
- Toroğlu, E., Toroğlu, S. & Alaeddinoğlu, F. (2006).** Aksu Çayında Akarsu Kirliliği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1), 93-103.
- Uğur, A., Yılmaz, F. & Besler, A. (2000).** Muğla Üniversitesinde evsel atık su arıtma tesisinde bakteriyolojik ve fiziko-kimyasal bir araştırma. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10(37), 9-11.
- Üçok, M. & Gürkanlı, Ç. (2012).** Ordu sahil bölgesinde Koliform ve *E. coli* tayini. *Yaşam Dergisi*, 3(2), 11-12.
- Ünlü, A., Çoban, F. & Tunç, M. (2008).** Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 119-127.
- Ünlü, A. & Uslu G. (1999).** Hazar gölü'nde su kalitesinin değerlendirilmesi. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 8(32), 7-13.
- Vural, N. & Duydu, Y. (1992).** Ankara Çayının anyonik ve noniyonik yüzey aktif madde kirliliğinin araştırılması, *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 21(1-2), 11.

***Corresponding author's:**

Bülent VEREP

RTEÜ, Su Ürünleri Fak., Zihni Derin Yerleşkesi, Rize, Türkiye.

✉E-mail : bulent.verep@erdogan.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-4238-8325>

GSM : +90 (533) 453 68 42

Telefon : +90 (464) 2233385 / 1438

Faks : +90 (464)223 41 18

The Effect of Different Amino Acids on the Development of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Plant Species Growing in Düzce Region

Gümüş Funda GÖKÇE^{1*} Mustafa ÖZBAY²

¹Environmental Protection and Control Department, University of Düzce, Turkey

²Department of Civil Engineering, University of Düzce, Turkey

*: <https://orcid.org/0000-0003-4635-0244>, : <https://orcid.org/0000-0001-9721-4547>

Received date: 10.08.2019

Accepted date: 23.12.2019

How to cite: Gökçe, G.F. & Özbay, M. (2019). The Effect of Different Amino Acids on the Development of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Plant Species Growing in Düzce Region. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 575-580.

Atf yapmak için: Gökçe, G.F. & Özbay, M. (2019). Düzce Bölgesinde Büyüyen Salatalık (*Cucumis sativus* L.) Bitki Türlerinin Gelişimi Üzerine Farklı Amino Asitlerin Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 575-580.

Abstract: While amino acids balance the metabolic pathway in plants and soil by activating / inhibiting enzymes, they also produce protein-rich foods to meet the needs of the body and provides resistance to stress conditions such as high temperature, low humidity, frost, insect damage, hail damage and flood which reduce the quality and quantity of the product and has a negative impact on plant metabolism. Also, the application of amino acids before, during and after the occurrence of stress conditions has the effect of preventing and improving problems in stress physiology. In this context, aqueous solutions of amino acids in different concentrations were prepared in research by using phenylalanine, tyrosine, arginine, and methionine as amino acid types and applications were made on cucumber (*Cucumis sativus* L.) plant grown in ecological conditions of Düzce region. These studies were carried out under greenhouse and controlled conditions (temperature, humidity, light). After growing plants, macro and micronutrients obtained from leaves and soil samples were examined. As a result of the research, transportation of anionic and cationic plant nutrients from the soil to plant or from plant to soil using, amino acids was achieved. However, since the amino acids are in the dipolar structure and provide the possibility to carry both anionic and cationic plant nutrients simultaneously, the development process of plants shortened and their effects on the agricultural properties of plants were found to be positive. It was seen that protein content can be increased significantly by the application of amino acid, which is the building block of protein and that its effects on agricultural properties of plants can be positive.

Keywords: Amino acid, plant nutrient elements, activation/inhibition of the enzyme.

Düzce Bölgesinde Büyüyen Salatalık (*Cucumis sativus* L.) Bitki Türlerinin Gelişimi Üzerine Farklı Amino Asitlerin Etkisi

Öz: Aminoasitler; enzimleri aktive/inhibe ederek bitki ve topraktaki metabolik yolun dengelenmesini sağlarken aynı zamanda vücudun ihtiyacını karşılamak amacı ile protein bakımından zengin besinler üretir ve yüksek sıcaklık, düşük nem, don, böcek zararı, dolu zararı, sel gibi, ürün kalitesini ve miktarını azaltan, bitki metabolizmasını üzerinde olumsuz bir etkiye sahip stres koşullarına direnç sağlar. Ayrıca aminoasitlerin stres koşulları oluşmadan önce, oluşurken ve sonrasında uygulanması ile doldurulan stres fizyolojisinde ki sorunları önleme ve iyileştirme etkileri vardır. Bu bağlamda; araştırmada aminoasit çeşidi olarak fenil alanin, tirozin, arjinin ve metiyonin kullanılarak, aminoasitlerin farklı konsantrasyonlardaki sulu çözeltileri hazırlanmış ve materyal olarak Düzce yöresi ekolojik şartlarında yetişen hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkilerinde uygulamaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sera koşullarında ve kontrollü şartlar altında (sıcaklık, nem, ışık) gerçekleştirilmiş, bitkilerin yetiştirilmesinden sonra, yaprak ve topraktan alınan numunelerin makro ve mikro besin elementleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda; kullanılan aminoasitler aracılığı ile anyonik ve katyonik bitki besin elementlerinin topraktan bitkiye veya bitkiden toprağa taşınması sağlanmıştır. Aynı zamanda aminoasitlerin dipolar yapıda olması hem anyonik hem de katyonik bitki besin elementlerinin aynı anda taşınması imkanını sunduğundan dolayı; bitkilerin gelişim sürecini kısaltmış ve bitkilerin tarımsal özellikleri üzerine etkilerinin olumlu olduğu tespit edilmiş; proteinin yapıtaşı olan amino asit uygulaması ile protein oranının önemli derece arttırılabileceği ve bitkilerin tarımsal özellikleri üzerine etkilerinin olumlu olabileceği görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Aminoasit, bitki besin elementi, enzim aktivasyonu/inhibasyonu.

INTRODUCTION

Amino acids can easily dissolve in water unlike organic molecules due to their structural properties though they are organic molecules (Hudaky et al., 2002; Kyte & Doolittle, 1982). Amino acids, which are the reason for the existence of human being, pave the way for their use in the agricultural sector owing to their solubility in water. Amino acids are used on plants in periods of stress (water, temperature, partial humidity, hail, wind, disease) and in fertilization, fruit formation and regulation of nitrogen metabolism (Imura & Okada, 1998; Lewis & Wiseman, 2005).

Cysteine, histidine, tyrosine, and arginine are essential amino acids, especially should be taken by children. Because the metabolic reactions that perform the synthesis of these amino acids in the childhood period are very weak (Imura & Okada, 1998).

Amino acids are biologically active molecules and show different biological activity depending on the type of R group they possess. They can act as activators (increasing enzyme activity) or inhibitors (decreasing enzyme activity) for enzymes that are biological catalysts and that enable reactions in living metabolism to be faster (Bairoch, 2000).

Bacteria in the soil produce enzymes that have a positive or negative effect on the development of plants (Lei et al., 2010). The enzymes produced by the soil have a serious effect on increasing the nutritional value of the plant. Plant nutrients used for plant development or drugs used in plant diseases usually eliminate these problems by activating or inhibiting these enzymes (Buck et al., 2008).

The factors such as the problems related to plant development, the drugs used in agriculture for this purpose and their effects on the environment lead science to economic, environment-friendly and practical solution to these problems. The method proposed in the study will be a method with a wide range of uses in the agricultural sector.

MATERIAL and METHODS

The best way to fight the plants having poor nutrient contents is the presence of carrier compounds in the soil. The carrier compounds used in the project are amino acids. Primarily, some amino acids such as phenylalanine, tyrosine, arginine, methionine were selected in this study. These amino acids are not synthesized in the body of children and should be taken using food. One of the aims of this study is to obtain plants which are rich in these plant nutrient content and related amino acids. For this purpose, primarily amino acid solutions were prepared at certain concentrations. Then, planting and watering of determined plants were performed following seasonal conditions. After the growth of plants, elemental analysis, and some anion and cation analyzes of some samples taken from soil and plants (by extraction of plants), were performed. In particular, after the extraction of the plants, IR analyzes of the plant extracts were performed.

Preparation of Amino Acid Solutions: The amino acids phenylalanine, tyrosine, arginine, and methionine used in the studies were procured commercially (Figure 1).

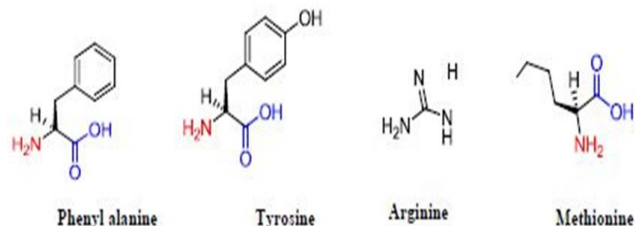


Figure 1. Commercially procured amino acids.

1 L of 6.10^{-3} M aqueous solution of each amino acid was prepared. Pure water (separated from ions) was used. The pH and conductivity of both purified water and amino acid solutions which were prepared at certain concentrations were measured.

Preparation of Solid Sample Solutions: While preparing solutions of solid samples, amino acid masses were found for each solution by using the formula $M = m / (M_A \cdot V)$.

For phenylalanine;

$$M = m / (M_A \cdot V)$$

$$\implies 6.10^{-3} = m / (165.19 \text{ g/mol} \cdot 1\text{L})$$

$m = 0.099$ grams of phenylalanine were weighed and dissolved in 1L of purified water in the volumetric flask. The pH of this solution is 7.61.

For tyrosine;

$$M = m / (M_A \cdot V)$$

$$\implies 6.10^{-3} = m / (181.19 \text{ g/mol} \cdot 1\text{L})$$

$m = 0.109$ grams of tyrosine was weighed and dissolved in 1L of purified water in the volumetric flask. The pH of this solution is 7.66.

For arginine;

$$M = m / (M_A \cdot V)$$

$$\implies 6.10^{-3} = m / (174.2 \text{ g/mol} \cdot 1\text{L})$$

$m = 0.104$ grams of arginine was weighed and dissolved in the pure water in the volumetric flask. The pH of this solution is 9.0.

For methionine;

$$M = m / (M_A \cdot V)$$

$$\implies 6.10^{-3} = m / (149.21 \text{ g/mol} \cdot 1\text{L})$$

$m = 0.089$ grams of methionine were weighed and dissolved in 1L of purified water in the volumetric flask. The pH of this solution is 7.67.

Planting and Irrigation of the Plants: Cucumber plant seed was preferred as plant seed. Plants were planted in small contiguous containers called viol. Cultivation of these plants was done in a controlled way and specific to each plant. The same amount of irrigation was performed using water with and without amino acids. The irrigation water was 25 ml and the plants were irrigated every two days in a controlled manner.

While the group which is called the control group was irrigated by purified water, others were the groups irrigated by solutions that were prepared with amino acids. A small greenhouse environment was created under laboratory conditions to establish standard conditions, especially in terms of temperature, humidity, and light.

The humidity and temperature values of the environment were daily measured using the temperature and humidity meter placed in the greenhouse. Plants were irrigated every two days and were photographed at regular intervals in terms of observing physical changes (growth rate, color, drying status).

Small size flower pots were preferred for dilution process of plants growing in viol pots for a while. After this process, the growth of the plants was sustained in flower pots (Figure 3).



Figure 2. Physical changes in plants.



Figure 3. Dilution of plants and growing in post.

Sampling after growth of plants: After the soil of the grown cucumber plants was carefully taken from the pots and packaged, elemental, anion/cation and total organic matter analyzes were performed directly. The soil samples obtained were around 250 grams. However, before the analysis of the plants, special extraction procedures were applied to prepare the samples. After the plants were removed from the soil, it was ensured to remove the soil from the plant by making the soil be dried out in the open air and

by pumping a strong air. Afterward, the plants were cut in certain size by knife and each one was extracted with solvents such as water, methanol, acetone, and hexane, and the extractions were combined in the way of being a total of 250 ml. Elemental, anion/cation, and total organic matter analyzes of plant samples prepared by Soxhlet extraction were performed (Figure 4, 5).



Figure 4. Preparation of soil samples.

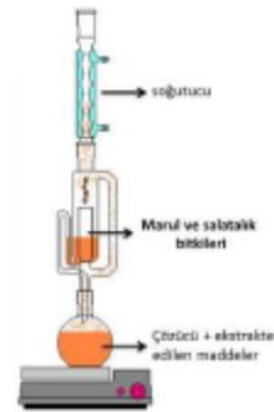


Figure 5. Preparation of plant samples.

RESULTS

Soil and plant analyzes of lettuce and cucumber plants that were grown with irrigation waters containing phenylalanine, tyrosine, arginine, and methionine were made in this study.

Analyzes of Soil: Soil samples for analysis were taken from the pots where the plants were grown. Analyzes of macronutrient elements such as N, C, H and S and micronutrient elements such as B, Mn, Fe, Cu, Zn, and Mo were performed for each of 250 gr soil samples.

When the soil in which cucumber plant was grown and which was irrigated with control (pure water), tyrosine, methionine, phenylalanine, and arginine is examined, % N analysis shows that the nitrogen rate of the soil irrigated by

tyrosine and phenylalanine decreased; C% analysis shows that the carbon rate of the soil irrigated by phenylalanine decreased; and H% analysis shows that the hydrogen rate of the soil irrigated by phenylalanine decreased, in comparison with control experiment. When the % S ratio was examined in general, the sulfur content of the soils was not found in the soil as expected. Sulfur atom in the methionine structure passed into the plant using both its amino acid structure and by transforming into sulfate ions. These data are analyzed better by the graphs in Figure 6.

When the total organic matter analysis of the soils where the cucumber plant was grown, the decrease was observed in the total organic matter ratios in general compared to the control experiments. This result shows that amino acids work in line with the expected purpose by transferring nutrients from the soil to the plant in the anion/cation form (Figure 7).

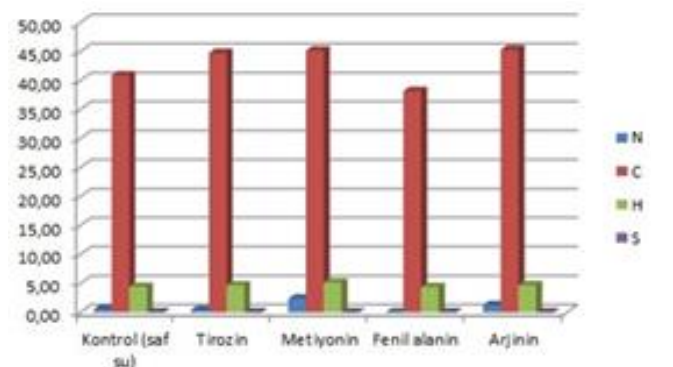


Figure 6. Analysis of macronutrient elements; For cucumber plant.

When the total organic matter analysis of the soils where the cucumber plant was grown, the decrease was observed in the total organic matter ratios in general compared to the control experiments. This result shows that amino acids work in line with the expected purpose by transferring nutrients from the soil to the plant in the anion/cation form (Figure 7).

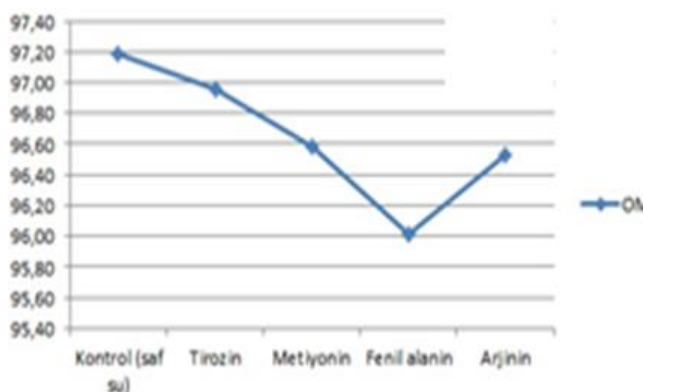


Figure 7. Total organic matter analysis; For cucumber plant.

The proportion of B and all micronutrients in the soil where the cucumber plant was grown decreased compared to the control experiment. These results indicate that amino acids work for the project.

These data are analyzed better with the graphs in Figure 8.

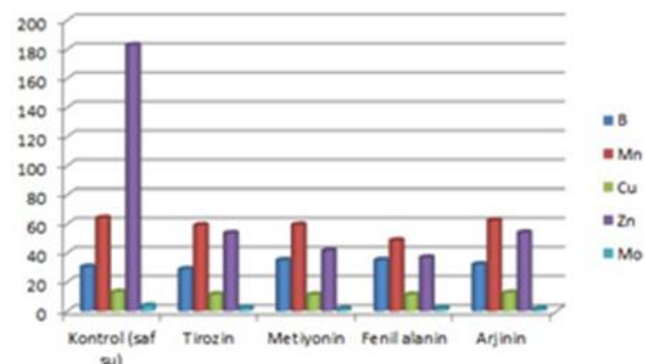


Figure 8. Analysis of micronutrient elements; For cucumber plant.

Analyzes of Plant: Na +, NH4 +, K +, Mg + 2, Ca + 2, Cl-, NO2-, NO3-, SO4-2, PO4-3 anion/ cation analysis and elemental analyzes such as B, Al, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Pb and Bi was performed on 250 ml plant samples that were taken from each one by means of soxhlet extraction and described in detail in material and method section.

As is also understood from the anion/cation analysis of cucumber plant samples, the transition of anion and cation to the plants which was grown by irrigation with amino acid-containing solutions increased in comparison to control experiments. This contributes to the development of plants. Sulfur element, which was never seen in soil analysis, appeared predominantly as sulfate ion in the analysis of plants, especially in irrigation with methionine. This is an indication that a portion of the sulfur atom in the methionine structure converted to sulfate ion and penetrated the plant. The results are more clearly seen in Figure 9.

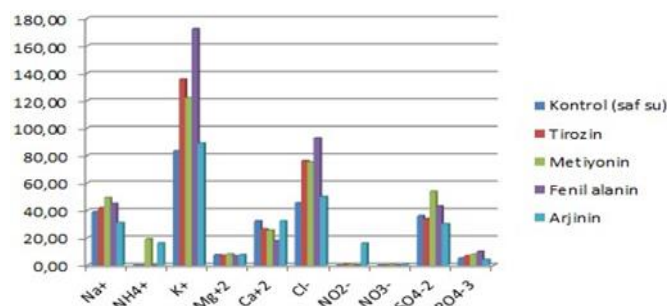


Figure 9. Anion/cation analysis of plants; For cucumber plant.

The ratio of the elements generally increased in plants grown by irrigating with amino acid waters in comparison to the control experiments (Figure 10). Of

course, there are decreasing values. These results are in great agreement with the physical appearance that was

photographed in the material and method section (Figure 2, 3).

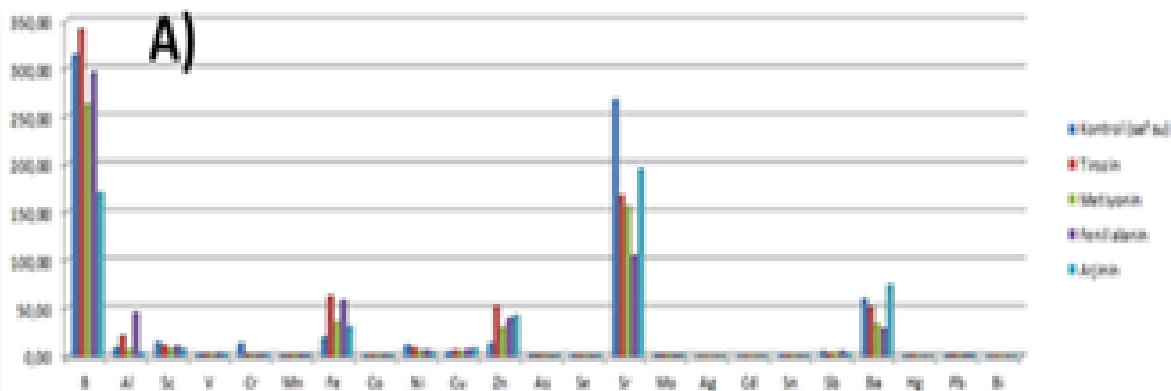


Figure 10. Analysis of some elements of plant samples; For cucumber plant.

The roles of amino acids which are used in plant development and treatment of plant diseases and increasing nutritional value of plants in the agriculture sector can be explained as follows;

1. They act as a carrier in the transportation of plant nutrient elements between soil and plant.
2. They provide activation or inhibition of enzymes that are formed in soil.
3. They help to improve the wrong metabolic pathway in the plant.
4. They contribute to the enrichment of the plant in terms of protein by being transported to the plant through water and plant roots during irrigation.

People tend to some nutrient sources for meeting their need for proteins. This causes foods to be economically more expensive and leads to hormonal interventions which are harmful to human health to meet the needs of the consumer because the consumption increases. As is understood from the results of our study, protein content is ensured to be enriched not only in some foods but in all kinds of foods.

The nutrient values of plants in the agriculture sector are ensured to be increased in this study by using water-soluble and organic molecules which are needed by the body. The prevention or elimination of possible diseases in the

plant is ensured by using of water-soluble organic molecules in the agricultural sector and transporting of nutrients from the soil to plants or from plants to soil, and by providing that plant nutrient sources remain stable in both soil and plant.

CONCLUSION

Irrigation water was prepared for the growth of cucumber plants by using amino acids of phenylalanine, tyrosine, arginine and methionine that are water-soluble, environmentally friendly and make positive contributions to human health. As is understood from the controlled irrigation with related amino acid content; it was found that amino acids, on the one hand, contribute to the development of the plant with the effect of the soil and the metabolic pathways of the plant, on the other hand, it is an effective method of transporting nutrients between plant and soil. A significant contribution was made to the agricultural sector, plant and human health by the use of amino acids in plants through this study. This method, which is an important support for the development of plants and increasing the nutritional values of plants can become an economical, environmentally friendly and industrial method. The data obtained and the analysis results show that the method proposed for growing plants results positively. Also, it is seen in this study that it is possible to reach all kinds of nutrient sources which are easy

to obtain and more economical instead of tending to some group of foods as a protein source. In this context, it can be said that the use of amino acids as irrigation water to grow plants, has been tried for the first time in the literature.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Scientific Research Project of BAP numbered 2014.26.01.269.

REFERENCES

- Bairoch, A. (2000).** The ENZYME database in 2000. *Nucleic Acids Research*, **28**(1), 304-305.
- Buck, G.B., Korndörfer, G.H., Nolla, A. & Coelho, L. (2008).** Potassium silicate as foliar spray and rice blast control. *Journal of Plant Nutrition*, **31**, 231-237.
- Hudaky, P., Beke, T. & Perczel, A. (2002).** Peptide Models XXXIV. Side-chain conformational potential energy surfaces associated with all major backbone folds of neutral tautomers of *N*- and *C*-protected L- histidine. An ab initio study on methyl imidazole and *N*-formyl-L-histidinamide, *Journal of Molecular Structure (Theochem)*, **583**, 17-135.
- Imura, K. & Okada, A. (1998).** Amino acid metabolism in pediatric patients, *Nutrition*, **14**(1), 143-8.
- Kyte, J. & Doolittle, R.F. (1982).** A simple method for displaying the hydrophobic character of a protein. *Journal of Molecular Biology*, **157**, 105-132.
- Lei, T., Dell, E. & Shi, W. (2010).** Chemical composition of dissolved organic matter in agroecosystems: Correlations with soil enzyme activity and carbon and nitrogen mineralization, *Applied Soil Ecology*, **46**, 426-435.
- Lewis, D.F.V. & Wiseman, A. (2005).** A selective review of bacterial forms of cytochrome P450 enzymes, *Enzyme and Microbial Technology* **36**, 377-384.

*Corresponding author's:

GümüşFundaGÖKÇE

Environmental Protection and Control Department,
University of Düzce, Turkey

E-mail : gumusfundagokce@duzce.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-4635-0244>

Anoxybacillus thermarum A4 Suşunun Katalaz Aktivitesinin İncelenmesi ve Tam Hücre İmmobilizasyonu [*]

Barbaros DİNÇER^{1*} Murat DURMAZ¹ Ahmet ADIGÜZEL²

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Rize, Türkiye

²Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Erzurum, Türkiye

*[id](https://orcid.org/0000-0001-9591-5411): <https://orcid.org/0000-0001-9591-5411>, [id](https://orcid.org/0000-0001-5061-9483): <https://orcid.org/0000-0001-5061-9483>, [id](https://orcid.org/0000-0001-8848-6647): <https://orcid.org/0000-0001-8848-6647>

Received date: 15.11.2019

Accepted date: 27.12.2019

Atf yapmak için: Dinçer, B., Durmaz, M. & Adıgüzel, A. (2019). *Anoxybacillus thermarum* A4 Suşundaki Katalaz Aktivitesinin İncelenmesi ve Tam Hücre İmmobilizasyonu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 581-588.

How to cite: Dinçer, B., Durmaz, M. & Adıgüzel, A. (2019). Investigation of Catalase Activity from *Anoxybacillus thermarum* A4 Strain and Whole Cell Immobilization. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(2), 581-588.

Öz: Yapılan bu çalışma ile *Anoxybacillus thermarum* A4 suşunun, katalaz enzimini üretebilme kapasitesi ve üretilen enzimin bazı kinetik verileri incelendi. Bununla birlikte *A. thermarum* A4 suşunun tam hücre immobilizasyonu agar ve agarose ortamlarında gerçekleştirilerek, katalaz aktivitesi karakterize edildi. A4 suşunun yüksek katalaz aktivitesine sahip olduğu belirlendi. A4 suşu katalazının en yüksek aktivitesini pH 7,0 ve 50°C'de gösterdiği belirlendi. A4 suşu özütü katalazının 17,5±2,2 mM K_m değerine ve 250 000±980 U mg protein⁻¹ V_{maks} değerine sahip olduğu belirlenirken, tam hücre immobilizasyonu sonrası K_m değeri 200±28 mM ve V_{maks} değeri 50.000±413 U g jel⁻¹ olarak belirlendi. *A. thermarum* A4 suşundan elde edilen katalazın sodyum azid, potasyum siyanür, civa (II) klorür ve 3-amino-1,2,4-triazol gibi bilinen katalaz inhibitörleri ile inhibe olduğu belirlendi. Bu çalışma sonucunda, materyal olarak kullanılan *A. thermarum* A4 suşu yüksek bir katalaz aktivitesine sahip olmasından dolayı hidrojen peroksidin kullanıldığı endüstri alanları için bir potansiyel katalaz kaynak olabileceği öngörüldü.

Anahtar sözcükler: Hidrojen peroksit oksidoredüktaz, katalaz, termofilik bakteri.

Investigation of Catalase Activity from *Anoxybacillus thermarum* A4 strain and Whole Cell Immobilization

Abstract: In this study, the capacity of *Anoxybacillus thermarum* A4 strain to produce the catalase enzyme and some kinetic data of the produced enzyme were investigated. In addition, *A. thermarum* A4 strain was performed immobilization of its whole cell in agar and agarose environments, and their catalase activities were characterized. It was determined that A4 strain had high catalase activity. The highest activity of A4 strain catalase was determined at pH 7.0 and 50 °C. While catalase of A4 strain extract was determined to have 17.5 ± 2.2 mM K_m and 250,000 ± 980 U mg protein⁻¹ V_{max}, after whole cell immobilization, K_m value was determined as 200 ± 28 mM and V_{max} was 50,000 ± 413 U g gel⁻¹. The catalase obtained from *A. thermarum* A4 strain was inhibited by known catalase inhibitors such as sodium azide, potassium cyanide, mercury (II) Lys and 3-amino-1,2,4-triazole. As a result of this study, it was envisaged that the *A. thermarum* A4 strain used as material could be a potential catalase source for the industrial areas where hydrogen peroxide was used because of its high catalase activity.

Keywords: Catalase, hydrogen peroxide oxidoreductase, thermophilic bacteria.

GİRİŞ

Katalaz (KAT) (Hidrojen Peroksit; Hidrojen Peroksit Oksidoredüktaz, E.C. 1.11.1.6), H_2O_2 ' in su ve oksijene indirgenmesini katalizleyen, tetramerik demir porfirin içeren, yüksek molekül ağırlıklı bir antioksidan enzimdir (Brown-Peterson & Salin, 1995; Gonçalves vd., 1999; Grigoros, 2017).

Günümüz endüstrisinde klasik kimyasal yöntemlerin yerini biyoteknolojik uygulamalar almaktadır. Endüstriyel enzimler arasında yer alan katalazlar; gıda, süt, tekstil, sağlık, kağıt gibi ağartma ve sterilizasyon işlemlerinin yapıldığı endüstri alanlarında, hidrojen peroksidin ortamdan uzaklaştırılması için kullanılmaktadır (Costa vd., 2001, Grigoros, 2017). Özellikle bu endüstri alanlarında H_2O_2 'in ağartıcı olarak kullanımının artması, üretim aşamalarında bazı sorunlara sebep olabilmektedir (Weck, 1991). Bu aşamalarda, H_2O_2 'in ortamdan uzaklaştırılması için ya aşırı miktarda su ile yıkanmakta ya da atık suda yüksek tuz konsantrasyonuna sebep olan sodyum bisülfid veya hidrosülfid ile indirgenmesi yöntemi kullanılmaktadır (Hillenbrand, 1999).

Katalazın kullanıldığı bazı endüstri alanlarında H_2O_2 ' in ortamdan uzaklaştırılması işlemi yüksek sıcaklık ve pH'larda gerçekleştirilmektedir. Bundan dolayı yüksek pH ve sıcaklıklarda kararlı katalazların araştırılması oldukça ilgi çekmektedir (Thompson vd., 2003).

Enzim saflaştırma işlemleri oldukça zahmetli ve pahalı proseslerdir. Serbest enzimler bir kez kullanılabilir ve ortamda safsızlık oluştururlar. Endüstriyel açıdan bu durum uygun olmadığından immobilizasyon yöntemi tercih edilmeye başlanmıştır. İmmobilize enzim, enzimin kinetik aktivitesini kaybetmeden belli bir bölgeye fiziksel olarak yerleştirilmesi veya hapsedilmesi olarak adlandırılır. Sadece enzimleri değil hücre sel organelleri, mikrobiyal, bitkisel ve hayvansal hücreleri de içeren immobilizasyon yöntemleri mevcuttur (Tischer & Wedekind, 1999). Ayrıca küçük yapıli substratları katalizleyen enzimlerin saflaştırılması yerine tüm hücrenin immobilizasyonu hem maliyet açısından hem de zaman açısından daha avantajlı olacaktır (Kourkoutas, 2004). Bu işlemler için uygun hücrenin seçimi de hücre özütlelerinde yapılacak olan detaylı kinetik çalışmalarla belirlenebilecektir.

Bu çalışmada, *Anoxybacillus thermarum* A4 suşundan endüstriyel öneme sahip olan katalaz enziminin karakterize edilmesi ve farklı materyallerle tam hücre immobilizasyonu gerçekleştirilerek enzimin davranışlarındaki değişimlerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada materyal olarak kullanılan ve yeni bir termofilik bakteri olan *Anoxybacillus thermarum* A4 suşu (GenBank Number: KC310455), Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü araştırmacıları tarafından Erzurum Ilıca İlçesi kaplıcalarından izole ve karakterize edilmiştir (Adiguzel vd., 2009).

Termofilik bakterinin katalaz kapasitesinin belirlenmesi (petri testi): *Anoxybacillus thermarum* A4 suşu Lauria Bertani (LB)-agar besi ortamının (pH 7,0) bulunduğu petri lerde 55 °C'de 12 saat boyunca büyütüldü. Petri lerde büyüyen bakterilerin üzerine 2' şer mL %3'lük H_2O_2 çözeltisi ilave edildi. 30 dakika sonra petri ler üzerinde hava kabarcıklarının oluşup oluşmadığı gözlemlendi (Reiner, 2010; Durmaz, 2012).

Termofilik bakterinin sıvı besi ortamında büyütülmesi: *Anoxybacillus thermarum* A4 suşu LB sıvı besi ortamında (pH 7,0, 500 mL) 55 °C' de 12 saat boyunca büyütüldü. Büyütülen kültür 10 °C ve 8.000 rpm'de 15 dakika santrifüj edildi. Oluşan çökelek (yaklaşık yaş ağırlığı 1 g) 5 mL özütleme çözeltisinde (pH 7,0'de, 50 mM potasyum fosfat tamponunda) süspanse edildi. Daha sonra çözelti, buz banyosu içinde 2 dakika sonifikasyona tabi tutuldu. Oluşan karışım 10.000 rpm' de 20 dakika santrifüjlendi ve elde edilen berrak süpernatant, hücre içi katalaz kaynağı olarak -20 °C'de saklandı (Durmaz, 2012).

Protein tayini: Protein tayini Lowry metoduna göre yapıldı (Lowry vd., 1951) ve protein standardı olarak Sığır Serum Albümini (BSA) kullanıldı.

Enzim aktivitesinin belirlenmesi: Katalaz aktivitesi spektrofotometrik yöntemle belirlendi. 1 mL'lik kuartz küvet içinde 25 °C'de 600 µL 30 mM H_2O_2 çözeltisi, 300 µL 50 mM fosfat (pH 7,0) tamponu ve 100 µL enzim

çözeltisi karışımının 240 nm'de ($\epsilon = 43,6 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$; Hildebrandt & Roots, 1975; Vatsyayan & Goswam, 2016) absorbansındaki azalma $\pm 0,001$ hassasiyetle kaydedildi (Hatchikian vd., 1972; Wang vd., 2017). Bir ünite enzim, 1 dakikada $1 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ ' in bozunması için gerekli olan enzim miktarı olarak belirlendi (Aebi, 1984). Özgün aktivite, mg protein başına aktivite olarak belirlendi.

Doğal elektroforez: Katalaz aktivitesini gösteren proteinlerin belirlenmesi için %10'luk poliakrilamid jel elektroforezi (PAGE) kullanıldı (Laemmli (1970). Elde edilen jel 3 kez 10^7 ar dakika saf suda bekletildikten sonra H_2O_2 çözeltisinde ($10 \mu\text{L } \%30$ 'luk H_2O_2 100 mL'ye saf su ile seyreltilmiş) 10 dakika inkübe edildi. İnkübasyon süresi dolar dolmaz jelden H_2O_2 saf su ile yıkanarak uzaklaştırıldı. Doğal boyama için taze hazırlanmış %2'lik FeCl_3 ve %2' lik $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ çözeltilerinin karışımı kullanıldı. Jelde yeşil rengin görüldüğü an, jel saf su ile yıkandı. Jelde boyanmayan yerler katalaz aktivitesi olarak belirlendi (Woodbury vd., 1971; Wayne & Diaz, 1986).

Anoxybacillus thermarum A4 suşu katalazının spektroskopik özellikleri: Termofilik katalazların spektroskopik özelliklerinin belirlenmesi için doğal ve indirgenmiş hallerinin 350-600 nm arasındaki absorbansları tarandı. Enzim özütlerindeki katalazların (ortalama 0,5 mg protein), 50 mM fosfat tamponu (pH 7,5) içindeki doğal hallerinin ve 100 mM NaOH, 100 mM piridin, 2 mM sodyum ditiyonattan oluşan çözelti karışımındaki indirgenmiş halleri ile 10 mM KCN çözeltisindeki hallerinin spektroskopik karakterleri 350-600 nm arası taranarak belirlendi.

pH ve sıcaklığın A4 katalaz aktivitesi üzerine etkisi: *Anoxybacillus thermarum* A4 suşu'ndan elde edilen katalazın aktivitesine pH'nın etkisini belirlemek için, 30 mM H_2O_2 substratı varlığında ve oda sıcaklığında pH'ı 4,0-9,0 arasında değişen tamponlardaki aktiviteleri spektrofotometrik olarak belirlendi. pH 4,0-5,0 arası için 50 mM asetat, pH 6,0-7,0 arası için 50 mM fosfat ve pH 8,0-9,0 arası için 50 mM Tris-HCl tamponları kullanıldı. Değişik pH'lardaki aktiviteler, en yüksek aktiviteyi gösteren pH'daki aktiviteye oranlanarak bağıl aktivite olarak hesaplandı. Sıcaklığın katalaz aktivitesi üzerindeki etkisi, en yüksek aktivitenin belirlendiği pH'da, sıcaklık 10-90 °C arasında değiştirilerek belirlendi. Değişik sıcaklıklardaki aktiviteler, en yüksek

aktiviteyi gösteren sıcaklıktaki aktiviteye oranlanarak bağıl aktivite olarak hesaplandı.

Termofilik Z4 suşundan elde edilen katalazın kinetiği: Çalışmada kullanılan *Anoxybacillus thermarum* A4 suşundan elde edilen katalazın, H_2O_2 substratına karşı davranışını ve ilgisini ortaya koyabilmek için optimize edilmiş şartlarda, H_2O_2 substratının konsantrasyonu 1–100 mM arasında değiştirilerek, katalaz aktivitesi ölçümü yapıldı. Michaelis-Menten eşitliği esas alınarak değişen substrat konsantrasyonu değerlerine karşı hiperbolik substrat doyma grafiği (Michaelis-Menten), bu değerlerin terslerinin alınmasıyla elde edilen lineer grafik (Lineweaver-Burk grafiği) çizilerek V_{maks} ve K_m değerleri hesaplandı.

Bazı kimyasal, deterjan, anyon ve katyonların enzim aktivitesi üzerine etkisi: *Anoxybacillus thermarum* A4 katalazının aktivitesi üzerine bazı katyonların etkisini incelemek amacıyla, Ba^{+2} , Mg^{+2} , Hg^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2} , Fe^{+2} ve Cu^{+2} iyonlarının klorür tuzlarının 100 mM'lık stok çözeltileri kullanıldı. Hazırlanan çözeltilerin karışımındaki konsantrasyonları 1-10 mM arasında olacak şekilde ilave edilerek, optimum şartlar altında aktivite tayinleri yapıldı ve IC50 değerleri hesaplandı.

Anoxybacillus thermarum A4 katalazının aktivitesi üzerine bazı anyonların etkisini incelemek amacıyla OH^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , N_3^- , CN^- , HPO_4^{2-} , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, NO_3^- anyonlarının sodyum tuzlarının 100 mM'lık stok çözeltileri kullanıldı. Hazırlanan çözeltilerin karışımındaki konsantrasyonları 1-50 mM arasında olacak şekilde ilave edilerek, optimum şartlar altında aktivite tayinleri yapıldı ve IC50 değerleri hesaplandı. Ayrıca β -merkaptetanol ve 3-Amino-1,2,4 triazolün (3-ATA) de aynı şekilde enzim aktivitesine üzerine etkisi incelendi ve IC₅₀ değerleri grafiklerden hesaplandı.

A. thermarum A4 suşunun tam hücre immobilizasyonu ve kinetik çalışmaları: *Anoxybacillus thermarum* A4 suşu LB sıvı besiyeri ortamında 12 saat büyütüldükten sonra 5 000 rpm'de santrifüj edilerek 5 mL tampon (pH 7,0) içinde tekrar süspansiyon edildi. Elde edilen kültür çözeltisi, 25 mL %2'lik hazırlanan agar ve agaroz çözeltileri ile jel kıvamı oluşumuna kadar karıştırılarak immobilizasyon gerçekleştirildi. Hazırlanan agar ve agaroz çözeltileri kaynatılarak çözüldü ve kültür çözeltisi ilave

edilmeden önce kültürün bozulmaması için soğumaya bırakıldı. Aynı şekilde agar ve agaroz jellerinin kültür ilave edilmeden kontrolleri hazırlandı. Agar ve agaroz jellerinin kontrolleri ile immobilizasyon gerçekleştirilen jeller aynı miktarda saf suyla yıkanarak, yıkama sularının 600 nm absorpsiyonları ölçüldü ve aralarındaki farktan serbest hücre miktarı belirlendi. Agar ve agaroz hücre ile uyumlu ve % 2 lik konsantrasyonda en az hücre kaçığının elde edildiği en düşük konsantrasyon olduğu için tercih edildi.

Tam hücre immobilizasyonu gerçekleştirildikten sonra iki farklı matriksten 0,1'er gram alınarak 5 mL 30 mM H₂O₂ çözeltisi içinde 10-100 °C arasında sıcaklıklarda 30 dakika inkübasyondan sonra 240 nm'de katalaz aktivitelerinin absorpsiyon azalışları her bir sıcaklığın körüne karşı ölçüldü.

Kinetik çalışmalar için hazırlanmış olan agar ve agaroz ortamlarından 0,1'er g alındı. 10-60 mM arasında hazırlanmış olan H₂O₂ çözeltilerinin 5'er mL'leriyle 30 dakika muamele edilerek 240 nm'de absorpsiyon azalışları her bir konsantrasyonun körüne karşı ölçüldü.

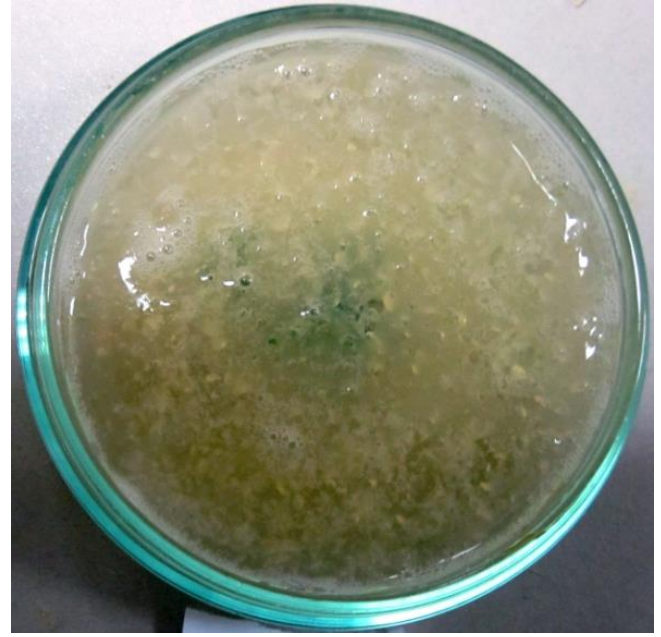
A4 suşunun tam hücre immobilizasyonunun yapılmış olduğu agar ve agaroz ortamlarında katalaz kaynağı olarak tekrar kullanımını belirlemek için matrikslerden 0,1'er g alınmış ve pH 7,0'de 5 mL 30 mM H₂O₂ çözeltisinde oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakıldı. 30 dakika inkübasyondan sonra 240 nm'deki absorpsiyon değeri körüne karşı okundu. Matrikslerden H₂O₂ fazlası yıkanarak uzaklaştırıldı. Aynı matrikslerle aktivite ölçümü, aktive düşünceye kadar tekrar edildi.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Anoxybacillus thermarum A4 suşunun LB ortamında büyütülmesi ile yapılan petri testinde H₂O₂ varlığında gaz kabarcıklarının oluşması katalaz aktivitesinin bir göstergesidir (Şekil 1).

Anoxybacillus thermarum A4 suşundan elde edilen özütte yapılan doğal elektroforez sonucunda katalaz aktivitesi tespit edildi (Şekil 2). Literatürlerde birçok farklı termofilik kültürlerin özütlerinde yapılan doğal elektroforezlerde de benzer özellikler gözlenmiştir (Dinçer, 2005; Monti vd., 2003; Thompson vd., 2003).

Anoxybacillus thermarum A4 suşundan elde edilen özütteki suda çözünür protein miktarı, standart çalışma grafiğinden 0,13 mg mL⁻¹ olarak belirlendi. Bu özütte katalaz aktivitesi 30 mM H₂O₂ (pH 7,0) varlığında 2293,5 U olarak tespit edildi.



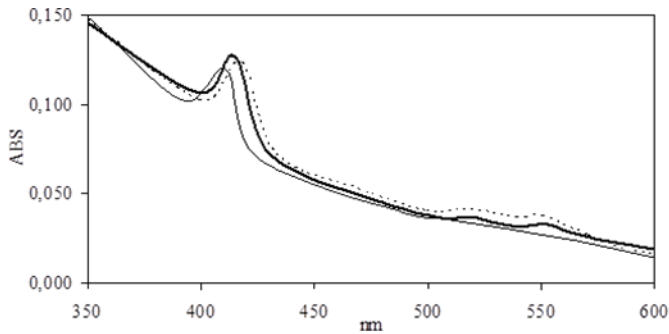
Şekil 1. A4 suşunun katalaz kapasitesinin belirlenmesi için yapılan petri testi.



Şekil 2. A4 suşu özütüdeki katalaz aktivitesi için yapılan doğal elektroforez jel görüntüsü.

Termofilik bir bakteri olan *Anoxybacillus thermarum* A4 suşu özütünde mevcut olan katalazın doğal, pridin-ditiyonit çözeltisinde indirgenmiş ve KCN ile

muamele edilmiş durumundaki absorpsiyonları 350-600 nm arasında tarandı. Bu tarama sonucunda, katalazın doğal hali yalnızca 410 nm'de hem grubunu gösteren Soret (γ) pikini verirken, pridin hemokromojen analizinde 413, 518 ve 550 nm'lerde pik verdiği ve KCN ile muamele edildikten sonra 415, 520 ve 550 nm'lerde absorpsiyon gösterdikleri tespit edildi (Şekil 3). Bazı termofilik bakterilerin özütlerindeki katalazlar için yapılan spektrofotometrik çalışmalarda, 408-417 nm arasında Soret piki verdikleri, bu katalazların indirgenmesiyle Soret piklerinin görünür bölgeye doğru kaydıkları ve 520 ile 550 nm civarında pik verdikleri belirtilmiştir. Bununla birlikte, KCN ile α ve β bantlarına ait piklerin genişlediği ifade edilmiştir (Dinçer, 2005).



Şekil 3. A4 katalazının 350-600 nm arasındaki absorpsiyon spektrumu (— 50 mM fosfat tamponu (pH 7,5) içindeki doğal katalaz, — 100 mM NaOH, 100 mM piridin ve 2 mM sodyum ditiyonit ile indirgenmiş katalaz, 10 mM KCN ile muamele edilmiş katalaz).

Anoxybacillus thermarum A4 suşundan elde edilen katalazın en yüksek aktiviteyi pH 7,0 ve 50 °C'de gösterdiği belirlendi. Dinçer (2005)'in *Anoxybacillus*'un farklı kültürlerinde yapmış olduğu katalaz çalışmasında katalazların en yüksek aktiviteleri pH 7,0 ve 40-60 °C sıcaklıkları arasında gösterdikleri belirtilmiştir. Ayrıca konuyla ilgili birçok literatürde de katalazların optimum pH değerlerinin genelde 7,0 olduğu ve 4,0-10,0 geniş bir pH aralığında da aktivite gösterdikleri ifade edilmektedir (Brown-Peterson & Salin, 1993; Terzenbach & Blaut, 1998; Zou & Schrempt, 2000; Akgöl vd., 2001; Hidalgo vd., 2004). *Thermoascus aurantiacus*'un UV radyasyonundaki mutantından (M-3) elde edilen termofilik katalazın 70 °C'de en yüksek aktivite gösterdiği (Wang vd., 1998) ve halofilik bir bakteri olan *Halobacterium halobium*'den elde edilen mezofilik katalazın

en yüksek aktiviteyi 40 °C'de gösterdiği (Brown-Peterson & Salin, 1995) belirtilmiştir. A4 katalazının literatür bilgileri ile kıyaslandığında mezofilik katalazlara göre daha yüksek sıcaklıklarda aktivite gösterebildiği, fakat bazı termofilik katalazlara göre ise daha düşük sıcaklıklarda aktivite gösterdiği tespit edildi. Agar ve agaroz ortamlarında immobilize edilmiş hücrelerin H₂O₂'i katalizleme hızının en yüksek 40 °C'de olduğu belirlendi.

A4 suşundan elde edilen katalazın H₂O₂ substratı varlığında yapılan kinetik çalışması sonucunda V_{maks} değeri 250.000 U mg protein⁻¹ ve K_m değeri 17,5 mM olarak belirlendi (Tablo 1). Agar ve agaroz ile yapılan tam hücre immobilizasyonu sonucunda hücre katalazının V_{maks} değerinin 50.000 U g jel⁻¹ ve K_m değerinin 200,0 mM olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Immobilizasyon işlemi sonucunda, substrat ile enzimin etkileşiminin azaldığı ve sigmoidal bir davranış gösterdiği gözlemlendi. BLC'den elde edilen saf katalazla yapılan immobilizasyon çalışmasında, serbest enzim için V_{maks} değeri 236 000 U mg protein⁻¹, K_M değeri 16,5 mM ve immobilize edilmiş enzim için V_{maks} değeri 118.000 U mg protein⁻¹ ve K_m değeri 25,8 mM olarak bulunmuştur (Akgöl vd., 2001). Bir fototrofik bakteri olan *Rhodobacter sphaeroides* ATH 2.4.1'den saflaştırılan katalazın K_m değerinin 40 mM ve V_{maks} değerinin 285.000 U mg protein⁻¹ olduğu hesaplanmıştır (Terzenbach & Blaut, 1998). *Thermus brockianus*'dan saflaştırılan katalazın H₂O₂ substratı varlığında V_{maks} değerinin 20,3 U mg protein⁻¹ olduğu ve K_m değerinin 35,5 mM olduğu belirtilmiştir (Thompson vd., 2003).

Bu çalışmada kullanılan katalazın saflaştırılmış olmamasına rağmen V_{maks} ve K_m değerlerinin literatürlerdeki V_{maks} ve K_m değerlerine yakın çıktıkları görülmektedir. Ayrıca A4 katalazının, literatürlerde yer alan birçok katalazdan daha düşük bir K_m değerine sahip olduğu ve H₂O₂ substratına oldukça ilgi duyduğu görülmektedir.

Tablo 1. A4 özütü ve immobilize edilmiş hücre katalazına ait bazı kinetik veriler.

Hücre	V_{maks}	K_m (mM)
A4	250.000±980 U mg protein ⁻¹	17,5±2,2
İmmobilize A4	50.000±413 U g jel ⁻¹	200,0±28

Bazı katyon ve anyonların *Anoxybacillus thermarum* A4 katalazı aktivitesi üzerine etkisinin belirlenerek Tablo 2 ve Tablo 3'deki IC₅₀ değerleri elde edildi. Çalışmada kullanılan termofilik *A. thermarum* A4 suşundan elde edilen katalazın NaN₃, KCN, HgCl₂ ve 3-amino-1,2,4-triazol gibi bilinen katalaz inhibitörleri ile inhibe olduğu görüldü. A4 suşundaki katalaz aktivitesinin NaN₃, KCN ile inhibe olması, bu suştaki katalazın hem grubu içerdiğini ve diğer hemokatalazlar ile uyum içinde olduğunu göstermektedir (Wang vd., 1998). *Thermoascus aurantiacus*'dan izole edilen katalazın 0,1 mM siyanür ve azid ile yaklaşık %90 oranında, 1 mM Ca⁺², Co⁺², Mn⁺², Ni⁺², Zn⁺² ve Hg⁺² metallerinin varlığında ise yalnızca Hg⁺² ile %70 oranında inhibe olduğu belirtilmektedir (Wang vd., 1998). *Rhodobacter sphaeroides* ATH 2.4.1'den saflaştırılan katalazın inhibisyon çalışması sonucunda CN⁻, N⁻³, 2-merkaptotanol ve sodyum ditiyonit ile inhibe olduğunu ve bu verilerin bu katalazın tek işlevli katalaz olduğunu kanıtladığı belirtilmiştir (Terzenbach & Blaut, 1998).

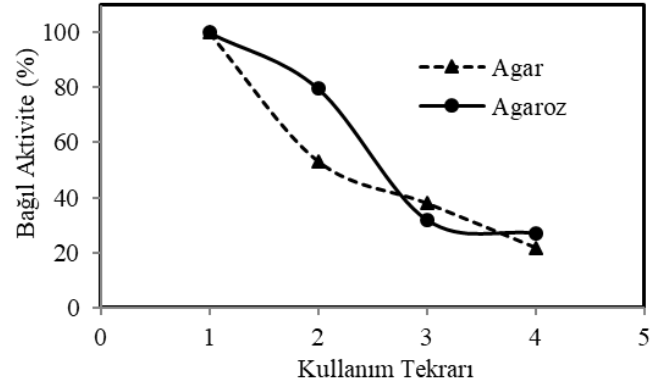
Tablo 2. Bazı katyonların varlığında *A. thermarum* A4 suşu katalazının inhibisyon çalışması sonucunda elde edilen IC₅₀ değerleri.

Katyon	IC ₅₀ Değerleri (µM)	Katyon	IC ₅₀ Değerleri (µM)
Ba ⁺²	1600,0	Ni ⁺²	26,0
Cu ⁺²	3,8	Zn ⁺²	24,0
Hg ⁺²	3,0	Fe ⁺²	2,4
Mg ⁺²	2600,0		

Çalışmada tam hücre immobilizasyonunda doğal polimerlerden agar ve agarozun %2'lik çözeltileri kullanıldı. Agar ortamında immobilize edilmiş hücrelerin, 1. kullarımdaki katalaz aktivitesini 2. kez kullanımında %53, 3. kez kullanımında %38, 4. kez kullanımında %22 oranında, agaroz ortamında ise 2. kez kullanımında %80, 3. kez kullanımında %32, 4. kez kullanımında %27 oranında gösterdikleri gözlemlendi (Şekil 4). Bu çalışma sonucunda enzim saflaştırılmadan da tam hücrenin bir katalaz kaynağı olarak kullanılabilceği ve H₂O₂'in ortamdaki uzaklaştırılması için aynı immobilize kaynağın tekrar kullanılabilceği belirlendi.

Tablo 3. Bazı Anyon ve bileşiklerin varlığında *A. thermarum* A4 suşu katalazının inhibisyon çalışması sonucunda elde edilen IC₅₀ değerleri.

Anyon/Bileşik	IC ₅₀ Değerleri (mM)	Anyon/Bileşik	IC ₅₀ Değerleri (mM)
OH ⁻	3,3	B ₄ O ₇ ⁻²	8,0
NO ₂ ⁻	2,5	CO ₃ ⁻²	5,5
NO ₃ ⁻	35,0	C ₂ O ₄ ⁻²	20,0
PO ₄ ⁻³	3,2	B-merkaptotanol	2,5
N ₃ ⁻	0,1	3-ATA	8,2
CN ⁻	0,5		



Şekil 4. A4 suşunun agar ve agaroz ortamlarındaki immobilize edilmiş halinin H₂O₂ varlığında tekrar kullanılabilirliği.

SONUÇLAR

Sonuç olarak, *Anoxybacillus thermarum* A4 suşu katalazı sıcaklık, pH, inhibisyon ve kinetik veriler bakımından literatürlerle uyumluluk göstermektedir. Bununla birlikte agar ve agaroz ortamlarında tam hücre immobilizasyonunun gerçekleştirilmesiyle enzimi saflaştırmaya gerek kalmadan bir katalaz kaynağı olarak kullanılabilceği belirlendi. Tam hücre immobilizasyonu gerçekleştirilen *Anoxybacillus thermarum* A4 suşunun, katalazın kullanıldığı endüstri alanlarında verimli bir şekilde kullanılma potansiyeline sahiptir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi destekleriyle gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Adiguzel, A., Ozkan, H., Baris, O., Inan, K. & Gulluce M., (2009). Identification and characterization of

- thermophilic bacteria isolated from hot springs in Turkey, *Journal Microbiol Methods*, **79**, 321-328.
- Aebi, H. (1984).** Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*, **105**, 121-126.
- Akgöl, S., Kaçar, Y., Özkara, S., Yavuz, H., Denizli, A. & Arica, M.Y. (2001).** Immobilization of catalase via adsorption onto L-histidine grafted functional pHEMA based membrane. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, **15**, 197-206.
- Brown-Peterson, N.J. & Salin, M.L. (1993).** Purification of catalase-peroxidase from *Halobacterium halobium*: Characterization of some unique properties of the halophilic enzyme. *Journal of Bacteriology*, **175**(13), 4197-4202.
- Brown-Peterson, N. & Salin, M.L. (1995).** Purification and characterization of mesohalic catalase from Halophilic Bacterium *Halobacterium halobium*. *Journal of Bacteriology*, **177**(2), 378-384.
- Costa, S.A., Tzanov, T., Paar, A., Gudelj, M., Gübitz, G.M. & Cavaco-Paulo, A. (2001).** Immobilization of catalases from Bacillus SF on alumina for the treatment of textile bleaching effluents. *Enzyme and Microbial Technology*, **28**, 815-819.
- Dinçer, B. (2005).** *Bazı termofilik bakterilerdeki katalaz aktivitesinin incelenmesi*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 100s.
- Durmaz, M. (2012).** *Anoxybacillus gonensis Z4 suşundaki katalaz aktivitesinin incelenmesi ve tam hücre immobilizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 75s.
- Gonçalves, V.M., de Cerqueira Leite, L.C., Raw, I. & Cabrera-Crespo, J. (1999).** Purification of catalase from human placenta, *Biotechnology and Applied Biochemistry*, **29**, 73-77.
- Grigoras, A.G. (2017).** Catalase immobilization-A review. *Biochemical Engineering Journal*, **117**, 1-20.
- Hatchikian, E.C., LeGall, J., Bruschi, M. & Dubourdieu, M. (1972).** Regulation of the reduction of sulfite and thiosulfate by ferredoxin, flavodoxin and cytochrome c3 in extracts of the sulfate reducer desulfovibrio gigas. *Biochimica et Biophysica Acta*, **258**, 701-708.
- Hidalgo, A., Betancor, L., Mateo, C., Lopez-Gallego, F., Moreno, R., Berenguer, J., Guisan, J.M. & Fernández-Lafuente, R. (2004).** Purification of a catalase from *Thermus thermophilus* via IMAC chromatography: Effect of the support. *Biotechnology Progress*, **20**, 1578-1582.
- Hildebrandt, A.G. & Roots, I. (1975).** Reduced nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH)-dependent formation and breakdown of hydrogen peroxide during mixed function oxidation reaction in liver microsomes, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **171**, 385-397.
- Hillenbrand, T. (1999).** Die abwasser situation in der deutschen papier-, textile-, und lederindustrie, GWF, *Wasser/Abwasser*, **140**(4), 267-273.
- Kourkoutas, Y., Bekatorou, A., Banatb, I.M., Marchant, R. & Koutinas, A.A. (2004).** Immobilization technologies and support materials suitable in alcohol beverages production: A review. *Food Microbiology*, **2**, 377-397.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. & Randall, R.J. (1951).** Protein measurement with the folin phenol reagent, *The Journal of Biological Chemistry*, **193**, 265-275.
- Monti, D., Baldaro, E. & Riva, S. (2003).** Separation and characterization of two catalase activities isolated from the Yeast *Trigonopsis variabilis*. *Enzyme and Microbial Technology*, **32**, 596-605.
- Reiner, K. (2010).** Catalase test protocol, *American Society for Microbiology*, 1-9.
- Terzenbach, D.P. & Blaut, M. (1998).** Purification and Characterization of a Catalase from the Nonsulfur Phototrophic Bacterium *Rhodobacter sphaeroides* ATH 2.4.1 and Its Role in the Oxidative Stress Response, *Archives of Microbiology*, **169**, 503-508.
- Tischer, W. & Wedekind, F. (1999).** *Immobilized enzymes: methods and applications*. Biocatalysis-From Discovery to Application, Springer, No: 200, Berlin-Almanya, 95-126p.

- Vatsyayan, P. & Goswami, P. (2016).** Highly active and stable large catalase isolated from a hydrocarbon degrading *Aspergillus terreus* MTCC 6324. *Enzyme Research*, 1-8.
- Wang, H., Tokusige, Y., Shinoyama, H., Fujii, T. & Urakami, T. (1998).** Purification and characterization of a thermostable catalase from culture broth of *Thermoascus aurantiacus*. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 85(2), 169-173.
- Wang, H., Wang, J., Wang, J., Zhu, R., Shen, Y. & Xu, Q. (2017).** Spectroscopic method for the detection of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid based on its inhibitory effect towards catalase immobilized on reusable magnetic Fe₃O₄-chitosan nanocomposite. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 247, 146-154.
- Wayne, L.G. & Diaz, G.A. (1986).** A double staining method for differentiating between two classes of mycobacterial catalase in polyacrylamide electrophoresis gels. *Analytical Biochemistry*, 157, 89-92.
- Weck, M. (1991).** Hydrogen peroxide-an environmentally acceptable textile bleaching agent, *Text Praxis International*, 2, 144-147.
- Woodbury, W., Spencer, A.K. & Stahmann, M.A. (1971).** An improved procedure using ferricyanide for detecting catalase isozymes. *Analytical Biochemistry*, 44, 301-305.
- Zou, P. & Schrempf, H. (2000).** The heme-independent manganese-peroxidase activity depends on the presence of the C-terminal domain within the *Streptomyces reticuli* catalase-peroxidase CpeB. *European Journal of Biochemistry*, 267, 2840-2849.

***Corresponding author's:**

Barbaros DİNÇER

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi,
Kimya Bölümü, Rize, Türkiye.

✉E-mail: barbaros.dincer@erdogan.edu.tr

ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-9591-5411>

GSM : +90 (535) 667 17 66

Telefon : +90 (464) 223 40 93

Faks : +90 (464) 223 40 19