



Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences

(Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi)

E-ISSN 2548-0006

JAES

AÇEH

Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi

*Journal of Anatolian
Environmental and Animal Sciences*

Cilt/Volume 5 • Sayı/Number 4 • 2020



Sahibi

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

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Baş Editör / Editor-in Chief

Prof. Dr. Bülent VEREP

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

Baş Editör Yardımcıları / Co-Editor in Chief

Prof. Dr. Fikri BALTA
Prof. Dr. Turan YÜKSEK

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

Editör Yardımcıları / Co-Editors

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

Editörler Kurulu / Editorial Boards

Prof. Dr. Ahmet ALP, Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Athanasios KUNGOLOS, School of Engineering, Aristotle Univ. of Thessaloniki, Greece
Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Davut TURAN, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Gökhan ABAY, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel San. Tas. ve Mim. Fakültesi
Prof. Dr. Gülay ÇİFTÇİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Prof. Dr. Iliia TSACHEV, Trakia University Faculty of Veterinary Medicine
Prof. Dr. İhsan AKYURT, Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi (Emekli Öğretim Üyesi)
Prof. Dr. İhsan AKYURT, Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi (Emekli Öğretim Üyesi)
Prof. Dr. İlçay Erdoğan ORHAN, Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi
Prof. Dr. Junho 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 Çanakale 18 Mart Üniversitesi, Deniz Bil. ve Tek. Fakültesi
Prof. Dr. Muhammed BORAN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN, Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Nadir Başçınar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Prof. Dr. Orhan Karlı, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Prof. Dr. Önder YILDIRIM, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Ricardo PEREZ ENRÍQUEZ, Genética Acuicola Programa de Acuicultura Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste Mexico.
Prof. Dr. Semih ENGİN İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Şengül A. KARAOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Şenol AKIN, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Prof. Dr. Şevki Kayış Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Vagif ATAMOV, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Doç. Dr. Cengiz MUTLU, Giresun Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü
Doç. Dr. Emre ÇAĞLAK, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Ertuğrul AĞIRBAŞ, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Ertan Emek ONUK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Doç. Dr. Ferhat KALAYCI, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Gökmen Zafer PEKMEZCİ, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi
Doç. Dr. Huriye Anıran Karabulut, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. İlker Zeki KURTOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Serkan KORAL, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Doç. Dr. Mehmet AYDIN, Ordu Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Doç. Dr. Yusuf BEKTAŞ, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Ertuğrul TERZİ, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Dr. Christina EMMANOUIL, Aristotle University of Thessaloniki School of Engineering
Dr. Tuba ERGÜL KALAYCI, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi

Bölüm Editörleri / Section Editors

Prof. Dr. Ali BİLGİN, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Ahmet Mutlu GÖZLER, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Erol ÇAPKIN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Prof. Dr. Fatih İSLAMOĞLU, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Prof. Dr. Nadir Başçınar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Prof. Dr. Ramazan SEREZLİ, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
Prof. Dr. Serhat KÜÇÜKALİ, Çankaya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Prof. Dr. Temel ŞAHİN, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi
Doç. Dr. Ayşun TURKEMEN, Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO
Doç. Dr. Cemalettin BALTAÇI, Gümüşhane Üniversitesi, Gıda Bilimleri ve Mühendisliği
Doç. Dr. Coşkun ERÜZ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi
Doç. Dr. Ekrem Şanver ÇELİK, Çanakale 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 Delihasan 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 ÇORBACI, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel San. Tas. ve Mim. Fakültesi
Nimet Selda BAŞÇINAR, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü

Yönetim Yeri Adres / Address

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Zihni Derin Yerleşkesi, Fener Mah., 53100, Rize / Turkey.

Tel: 90 464 223 33 85-1438 ve 1436

Fax: 90 464 223 41 18

İletişim: verepoglu@gmail.com, 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 450-453
Length-Weight and Length-Length Relationships of the Levantine Barbel <i>Luciobarbus pectoralis</i> (Heckel, 1843) in Asi River, Turkey Asi Nehri (Türkiye)'nde Bulunan Bıyıklı Balık <i>Luciobarbus pectoralis</i> 'in (Heckel, 1843) Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri Sibel ALAGÖZ ERGÜDEN	Research Araştırma	454-459
Osmaniye Yarıstığı ve Topraklarının Bazı Ekolojik Özelliklerinin İlçeler Arasında Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi Investigation Comparatively of Some Ecological Properties of Peanuts and Its Soils among Osmaniye Districts Hüsnüye AKA SAĞLIKER & Cemile ELMASOĞLU	Araştırma Research	460-465
Seasonal Growth and Reproduction of the Black goby, <i>Gobius niger</i> (Osteichthyes: Perciformes: Gobiidae) in the southeastern Black Sea Region of Turkey Türkiye'nin Güneydoğu Karadeniz Kıyılarında Kömürcü Baya Balığının, <i>Gobius niger</i> (Osteichthyes: Perciformes: Gobiidae), Mevsimsel Büyümesi ve Üremesi Sabri BİLGİN & Hatice ONAY	Research Araştırma	466-474
Molecular Characterization of Some Saprophyte <i>Agrobacterium</i> Strains Isolated from Root Nodules of <i>Cicer arietinum</i> L. Cultivated in Central Anatolia Region of Turkey Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesinde Yetiştirilen <i>Cicer arietinum</i> L.'nin Kök Nodüllerinden İzole Edilmiş Bazı Saprofit <i>Agrobacterium</i> Suşlarının Moleküler Karakterizasyonu Cem Tolga GÜRKANLI	Research Araştırma	475-483
Mega Şehir İstanbul İçin Ekstrem Basınç Değerlerinde Partikül Madde (PM ₁₀) Değişimini Araştırılması Investigation of the Relationship Between Extreme Pressure Values and Particulate Matter (PM ₁₀) Values for Megacity İstanbul Enrah Tuncay ÖZDEMİR, Özkan ÇAPRAZ & Ali DENİZ	Araştırma Research	484-490
Bodrum Sel ve Hortum Felaketi: 29 Kasım 2018 Olay Araştırması Flash Flood and Tornado Disaster in Bodrum: Case Study of November 29, 2018 Oğuzhan KOLAY, Enrah Tuncay ÖZDEMİR & Ömer YETEMEN	Araştırma Research	491-497
Üniversite Öğrencilerinin Balık Tüketim Tercihlerine İlişkin Anket Çalışması: Fırat Üniversitesi Örneği Survey Study of Fish Consumption Preferences of University Students: A case of University of Fırat Ayfer ÖNDAŞ & Muhsine DUMAN	Araştırma Research	498-505
Fethiye Körfezi Uzatma Ağları Balıkçılığı Gillnets and Entangling Nets Fishery in the Gulf of Fethiye M. Hakan KAYKAC, Celalettin AYDIN & Zafer TOSUNOĞLU	Araştırma Research	506-515
Morphometric Study on the Hasak Sheep Mandible Hasak Koyunu Mandibulası Üzerinde Morfometrik Bir Çalışma Zekeriya ÖZÜDOĞRU, Ramazan İLGÜN & Mehmet CAN	Research Araştırma	516-519
Genetic Analysis of <i>Carasobarbus</i> Karaman, 1971 (Actinopterygii Cypripidae) in Anatolia Anadolu'daki <i>Carasobarbus Karaman</i> , 1971 (Actinopterygii Cypripidae) Genusunun Genetik Analizi Didem BAHADIR, İsmail AKSU & Yusuf BEKTAŞ	Research Araştırma	520-526
Fatty Acid Profiles of Waste Fish Skins and Potential Use for Crackers Atık Balık Derilerinin Yağ Asidi Profilleri ve Krakerlerin Potansiyel Kullanımı Enre YAVUZER	Research Araştırma	527-532
Investigation of Possible Toxic Effects of Personal Care Products on <i>Daphnia magna</i> in the Kucukcekmece Lagoon, Marmara Sea (Turkey) Küçükçekmece Lagünü'nde (Marmara Denizi, Türkiye) Kişisel Bakım Ürünlerinin <i>Daphnia magna</i> Üzerindeki Olası Toksik Etkilerinin Araştırılması V. Zülal SÖNMEZ, Nevra ERCAN & Nüket SİVRİ	Research Araştırma	533-540
Kent Parklarında Kullanılan Ağaç Türlerinin Sağladığı Ekosistem Hizmetleri: Rize Mesut Yılmaz (Sahil) Parkı Örneği Ecosystem Services Provided by Tree Species Used in Urban Parks: case of Rize Mesut Yılmaz (Coast) Park Derya SARI, Uğur KURT, Yağmur RESNE & Ömer Lütfü ÇORBACI	Araştırma Research	541-550
First Record of <i>Salmo pelagonicus</i> Karaman, 1938 (Teleostei: Salmonidae) in the Karamenderes River, Turkey <i>Salmo pelagonicus</i> Karaman, 1938 (Teleostei: Salmonidae), Karamenderes Irmağından Türkiye İçin İlk Kayıt Davut TURAN & Esra BAYÇELEBİ	Research Araştırma	551-555
İskenderun Körfezindeki Mürekkep Balıklarının (<i>Sepia officinalis</i> L., 1758) Farklı Dokularında Ağır Metal Birikimi Heavy Metal Accumulation in Different Tissues of Cuttlefish (<i>Sepia officinalis</i> L., 1758) in İskenderun Bay Önder DUYSAK & Erkan UĞURLU	Araştırma Research	556-562
Kestane Ahşap Elemanlarının Yüzey Özellikleri Üzerine Doğal Yaşlanmanın Etkisi Effect of Natural Aging on Surface Properties of Chestnut Wooden Elements Elif TOPALOĞLU & Derya USTAÖMER	Araştırma Research	563-569
HPLC Pigment Analizinde Kullanılan Kromatografik Ayırma Parametreleri ve Güneydoğu Karadeniz Pigment Dinamiği Chromatographic Separation Parameters Used in HPLC Pigment Analysis and Pigment Dynamics in the South-Eastern Black Sea Osman AKYÜZ & Ertuğrul AĞIRBAŞ	Araştırma Research	570-580
<i>Oreochromis niloticus</i> 'un Farklı Dokularında SOD Aktivitesi Üzerine Kadmiyumun Etkisi Effect of Cadmium on SOD Activity in Different Tissues of <i>Oreochromis niloticus</i> Tüzün AYTEKİN & Ferit KARGIN	Araştırma Research	581-584
Yeşil Alanların Ekolojik Bağlantılılığının Mekânsal ve Zamânsal Değişimini Değerlendirilmesi: Manisa Örneği Spatio-Temporal Evaluation of the Structural Connectivity Change of Green Spaces in Manisa Derya GÜLÇİN	Araştırma Research	585-596
Prına Yağının Gökkuşağı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Yemlerine İlavésinin Büyüme Performansı, Bağışıklık Parametreleri ve Hastalık Direnci (<i>Lactococcus garvieae</i>) Üzerine Etkileri Effects of Dietary Olive Pomace Oil on Growth Performance, Some Immune Parameters and Disease Resistance (<i>Lactococcus garvieae</i>) of Rainbow Trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Ebru YILMAZ, ŞANVER ÇELİK, Sebahattin ERGÜN & Sevdan YILMAZ	Araştırma Research	597-604
Chromosome Counts of Some <i>Doronicum</i> (Asteraceae: Senecioneae) Taxa from Turkey Türkiye'den Bazı <i>Doronicum</i> (Asteraceae: Senecioneae) Taksonlarının Kromozom Sayıları Seher GÜVEN, Ünsal UMDU TOPSAKAL & Osman BEYAZOĞLU	Research Araştırma	605-610
Edime, Tekirdağ, Kırklareli ve İstanbul İllerinde Atmosferik Engelleme ve Sıcak-Soğuk Hava Dalgaları İlişkisi Atmospheric Blocking and Heat-Cold Waves Relationship in Edime, Tekirdağ, Kırklareli, and İstanbul Provinces Mahiye Göksu CANYILMAZ & Bahadır EFE	Araştırma Research	611-617
Bayburt İlinde Gökkuşağı Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) İşletmelerinin Yapısal Analizi The Structural Analysis of Rainbow Trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Farms in Bayburt Province Turgut ERTÜMEN & Ebru YILMAZ	Araştırma Research	618-623
Phenotypic, Phylogenetic Characterization and Antimicrobial Susceptibility Determination of <i>Chryseobacterium piscicola</i> Isolates Recovered from Diseased Rainbow Trout Hastalık Semptomları Gösteren Gökkuşağı Alabalıklarından İzole Edilen <i>Chryseobacterium piscicola</i> İzolatlarının Fenotipik, Filogenetik Karakterizasyonu ve Antimikrobiyal Duyarlılıklarının Belirlenmesi İzzet Burcin Saicioglu, Soner Altun & Muhammed Duman	Research Araştırma	624-629
Kültürü Yapılan Karadeniz Alabalığı (<i>Salmo trutta labrax</i>)'ndeki <i>Gyrodactylus</i> spp. Enfestasyonlarının Tedavisi Treatment of <i>Gyrodactylus</i> spp. Infestations in Cultured Black Sea Trout (<i>Salmo trutta labrax</i>) Fikri BALTA	Araştırma Research	630-635
Assessment of heavy metals in selected fish species from markets in the Black Sea Region of Turkey Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'ndeki balık pazarlarından seçilmiş balık türlerindeki ağır metallerin değerlendirilmesi Mustafa TÜRKMEN & Buket ÖGÜTCÜ	Research Araştırma	636-639



İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

İçindekiler/Contents	Makale/Article	S/P.No 450-453
Distribution of <i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782) (Teleostei: Acheilognathidae) in Turkey <i>Rhodeus amarus</i> Türünün (Bloch, 1782) (Teleostei: Acheilognathidae) Türkiye'deki Dağılımı Esra BAYÇELEBİ	Research Araştırma	640-646
Gökkuşuğu Alabalığı Bağırsaklarından İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin <i>Lactococcus garvieae</i> 'ye Karşı Probiyotik Potansiyelinin <i>in vitro</i> Olarak Belirlenmesi <i>In vitro</i> Evaluation of Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated from Rainbow Trout Gut against <i>Lactococcus garvieae</i> Dilek PEHLİVAN & Ertan Emek ONUK	Araştırma Research	647-654
Azerbaycan'ın Akvatik Bitki Topluluklarının Fitososyolojik Özellikleri Phytosociological Features of Aquatic Plant Communities of Azerbaijan Murad MUSAYEV & Vagif ATAMOV	Araştırma Research	655-667
Kentsel Yeşil Altyapıların Önemli Bir Bileşeni Olan Kent Ormanlarının Sağladığı Ekosistem Servisleri "Kafkasör Kent Ormanı Örneği" Ecosystem Services Provided by Urban Forests as an Important Component of Urban Green Infrastructures "Case of Kafkasör Urban Forest" Banu KARASAH	Araştırma Research	668-675
Bibliyometrik İnceleme: Kayıtlı Yüksek Lisans ve Doktora Tezlerinin Bibliyometrik İncelenmesi Türkiye'de Çevre Sorunları Başlıca Altında Hazırlanmış Kayıtlı Yüksek Lisans ve Doktora Tezlerinin Bibliyometrik İncelenmesi Bilent ESKİN & Ahmet KURT	Research Araştırma	676-684
Ağır Metallerin Farklı Konsantrasyonlardaki Ağır Metallerin <i>Hyphantria cunea</i> Drury (Lepidoptera: Arctiidae) Larvalarının Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkileri Effects of Heavy Metals with Different Concentrations on Some Biological Properties of <i>Hyphantria cunea</i> Drury (Lepidoptera: Arctiidae) Larvalarının Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkileri Elif Fatma TOPKARA & Oğuzhan YANAR	Research Araştırma	685-690
Gelevera Deresi (Giresun)'nin Bakteriolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi Determining the Bacteriological Pollution Level of Gelevera Creek, Giresun Gelevera Deresi (Giresun)'nin Bakteriolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi Tamer AKKAN & Fatmağül ÇOLAKER	Research Araştırma	691-695
Samsun İli ve Çevresindeki Köpeklerde Lyme Hastalığının Serolojik Olarak Araştırılması Serological investigation of Lyme disease in dogs in Samsun and vicinity Kübra ÇAKIR & Didem PEKMEZCİ	Araştırma Research	696-703
Titanium Dioksit Nanopartiküllerinin <i>Cyprinus carpio</i> 'da Bazı Serum Parametreleri ile Serum Enzim Aktiviteleri Üzerine Akut Toksikitesini Acute Toxicity of Titanium Dioxide Nanoparticles on Some Serum Parameters and Enzyme Activities of <i>Cyprinus carpio</i> Mustafa TUNÇSOY & Servet DURAN	Araştırma Research	704-710
Ankara Asarteppe Baraj Gölü'nde Yaşayan <i>Oxyynoemachellus angorae</i> (Steindachner, 1897)'nin Bazı Popülasyon Özellikleri Some Population Characteristics of <i>Oxyynoemachellus angorae</i> (Steindachner, 1897) Living in Ankara Asarteppe Dam Lake Ömer SAYLAR, Burçak ATA & Beran FIRİDİN	Araştırma Research	711-716
Karadeniz Kıyılarında Avlanan Dil Balığı (<i>Pegusa lascaris</i>)'nin Besin Bileşiminin ve Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi The Determination of Proximate Composition and Some Biologic Characteristics of Flatfish (<i>Pegusa lascaris</i>) captured in the Black Sea Coasts Hüsnur Avni DUYAR, Süleyman ÖZDEMİR & Barış BAYRAKLI	Araştırma Research	717-724
Doğu Karadeniz Havzası Akarsularının Fiziko-Kimyasal Su Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Dağılımının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Belirlenmesi Assessment of Physico-Chemical Water Quality of Eastern Black Sea Basin Streams and Determination of Distribution Using Geographical Information Systems (GIS) Bilent VEREP, Serkan SERDAR, Ali Ertan ÖZÇELİK & Turan YÜKSEK	Araştırma Research	725-742
Solucan gübresi ve torf uygulamalarının farklı saksı ortamında <i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng Bitkisinin Gelişimine Etkisi The Effect of Worm Fertilizer and Peat Applications on the Development of <i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng Plant in Different Pot Environment Turan YÜKSEK, Türker OĞUZTÜRK & Ömer Lütfü ÇORBACI	Araştırma Research	743-749
Ağrı Balık Gölü Balıkçılığının Genel Durumu General Status of Lake Ağrı Balık Fishery Adem Sezai BOZAOĞLU	Araştırma Research	750-758
Occurrence of the Thermophilic Mediterranean Parrot Fisher <i>Sparisoma cretense</i> (Linnaeus, 1758) (Teleostei: Scaridae) in Dikili Bay, Northern Aegean Sea, Turkey Dikili Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) Termofil Akdeniz Papağan Balığı <i>Sparisoma cretense</i> (Linnaeus, 1758) (Teleostei: Scaridae)'nin Bulunuşu Sezginer TUNCER, Hatice TORCU KOÇ & Rıdvan Erdem KANAT	Short Paper Kısa Bildiri	759-764
Mısır Samanının <i>Pleurotus ostreatus</i> , <i>Pleurotus eryngii</i> ve <i>Lentinula edodes</i> ile Muamele Edilerek Lignoselülozik Kompleksinin Sınırlanabilirliğinin Artırılması Treatment of Corn Straw with <i>Pleurotus ostreatus</i> , <i>Pleurotus eryngii</i> and <i>Lentinula edodes</i> to Improve the Digestibility of the Lignocellulosic Complex Aydan ATALAR & Nurcan CETİNKAYA	Research Araştırma	765-771
Morfometrik İlişkileri Morphometric Relationships of <i>Nemipterus randalli</i> (Russell, 1986) from Iskenderun Bay Ramazan YAZICI, Okan YAZICIOĞLU & Tamer AKKAN	Research Araştırma	772-776
Farklı etki mekanizmalı insektisitlerin tek başına ve karışım halindeki uygulamaların <i>Galleria mellonella</i> larvalarında morfolojik sayıları üzerine etkileri The effects of the insecticides with different mode of action alone and in mixture on hemocyte counts of <i>Galleria mellonella</i> larvae Benay TUNÇSOY & Pınar ÖZALP	Araştırma Research	777-780



Length-Weight and Length-Length Relationships of the Levantine Barbel *Luciobarbus pectoralis* (Heckel, 1843) in Asi River, Turkey

Sibel ALAGÖZ ERGÜDEN

Çukurova University, Vocational School of Imamoğlu, Department of Fisheries 01700, Imamoğlu, Adana, Turkey

Geliş/Received: 17.08.2020

Kabul/Accepted: 06.10.2020

How to cite: Alagöz Ergüden, S. (2020). Length-Weight and Length-Length Relationships of the Levantine Barbel *Luciobarbus pectoralis* (Heckel, 1843) in Asi River, Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 454-459.
Atf yapmak için: Alagöz Ergüden, S. (2020). Asi Nehri (Türkiye)'nde Bulunan Bıyıklı Balık *Luciobarbus pectoralis*'in (Heckel, 1843) Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 454-459.

*[ORCID](https://orcid.org/0000-0002-9061-9581): <https://orcid.org/0000-0002-9061-9581>

***Corresponding author's:**

Sibel ALAGÖZ ERGÜDEN
Çukurova University, Vocational School of
Imamoğlu, Department of Fisheries, 01700,
Imamoğlu, Adana, Turkey
✉: alagozs@cu.edu.tr
Mobile telephone : +90 (538) 3281757
Telephone : +90 (322) 891 25 20
Fax : +90 (322) 891 25 21

Abstract: Length-weight and length-length relationships are significant in fish biology. These parameters can provide information on the stock condition and growth studies. In this study, we report the length-weight and length-length relationships for *Luciobarbus pectoralis* in the Southeastern Anatolia (Hatay, Turkey). A total of 125 (65 female and 60 male) specimens were captured from Asi River (Orontes River) basin using gill nets in September 2015 and March 2016. The total length and weight of both sexes varied from 15.5-38.0 cm and 35.0-855.0 g. The values of the exponent b of the length-weight relationships were 3.441 for females and 3.443 for males. The length-length relationship between total, fork and standart (TL, Total Length-FL, Fork Length, SL, Standart Length) length measurements were found high correlated ($R^2 > 0.99$, $P < 0.001$). This study provides the first comprehensive description of LWRs and LLRs of *L. pectoralis* from the Asi River (Hatay, Turkey) according to their sexes. Besides, new maximum length and weight values are reported for *L. pectoralis*.

Keywords: Cyprinidae, Hatay province, length, Orontes river basin, regression parameters, weight.

Asi Nehri (Türkiye)'nde Bulunan Bıyıklı Balık *Luciobarbus pectoralis*'in (Heckel, 1843) Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri

Öz: Balık biyolojisinde boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri oldukça önemlidir. Bu parametreler, stok durumu ve büyüme çalışmaları hakkında bilgi sağlamak içindir. Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu'da (Hatay, Türkiye) bulunan *Luciobarbus pectoralis*'in uzunluk-ağırlık ve uzunluk-uzunluk ilişkileri tespit edilmiştir. Eylül 2015 ve Mart 2016 tarihlerinde Asi Nehri (Orontes Nehri)'nden solungaç ağları ile toplam 125 (65 dişi ve 60 erkek) örnek yakalanmıştır. Tüm bireyler için örneklerin total boyu ve ağırlığı 15.5-38.0 cm ve 35.0-855 g arasında değişim gösterdi. Boy-ağırlık ilişkilerinin b üssü katsayısı, dişiler için 3.441 ve erkekler için 3.443 hesaplandı. Toplam, çatal ve standart boy ölçümleri (TL, Toplam Boy-FL, Çatal Boy, SL, Standart Boy) ve boy-boy ilişkisi arasında yüksek derecede korelasyon bulundu ($R^2 > 0.99$, $P < 0.001$). Bu çalışmada Asi Nehri'ndeki (Hatay, Türkiye) *L. pectoralis*'in boy-ağırlık ve boy-boy ilişkilerinin cinsiyetlerine göre ilk kapsamlı tanımlaması yapılmaktadır. Ayrıca bu çalışmada *L. pectoralis* için yeni bir maksimum uzunluk ve ağırlık bildirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağırlık, Asi nehir havzası, boy, cyprinidae, Hatay ili, regresyon parametreleri.

***Sorumlu yazar:**

Sibel ALAGÖZ ERGÜDEN
Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu Meslek
Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, 01700,
İmamoğlu, Adana, Türkiye.
✉: alagozs@cu.edu.tr
Mobile telephone : +90 (538) 328 17 57
Telephone : +90 (322) 891 25 20
Fax : +90 (322) 891 25 21

INTRODUCTION

Luciobarbus pectoralis (Heckel, 1843) is a Levantine barbel species found in the south-east Mediterranean region (Fricke et al., 2007). It is widespread in the lower Göksu, Seyhan and Ceyhan drainages (Ergüden, 2016) and all over Asi drainage in Turkey (Kottelat & Freyhof, 2007; Ozcan, 2013) and Syria (Freyhof, 2014; Froese & Pauly, 2020).

L. pectoralis has been considered as a valid species by most authors (Karaman 1971; Geldiay & Balık, 1999; Kuru, 2004; Turan et al., 2008) and this species commonly occur from the Orontes basin (Almaça, 1986; Kottelat & Freyhof, 2007). *L. pectoralis* is very similar to *L. capito*. *L. pectoralis* is distinguished from the other conspecific, *L. capito* by having total lateral line scale counts (50-55 vs. in *L. pectoralis*; 52-72, usually 60-66 in *L. capito*), and gill raker counts (17-19 gill rakers on the first gill arch vs. 17-18 in *L. pectoralis*; 12-18 in *L. capito*), (Turan et al., 2008).

The knowledge on length-weight (LWRs) and length-length relationships (LLRs) of fish is helpful in fisheries science. Length and weight relationships are used widely in fisheries exploitation and management. LWRs are essential to recognize the ecology and life cycle of fish species and also very useful to predict weights from more effortless measures of lengths (Froese, 2006; Santos et al., 2002). Besides, LLRs are also great importance for comparative growth studies (Moutopoulos & Stergiou, 2002). These relationships are commonly used in fisheries biology and population dynamics to determine the population structure and stock status of a fish species (Bagenal & Tesch, 1978).

To date, there is no information on LWRs and LLRs for *L. pectoralis* according to their sexes from Southeastern Anatolia, Turkey (Asi River, Hatay). Besides, no info regarding this fish species for Asi River Basin is available in Fishbase (Froese & Pauly, 2020). This study provides the first information on LWRs and LLRs relationships of Levantine barbel collected in Asi River, Turkey (Southeastern Anatolia, Hatay, Turkey).

MATERIAL AND METHOD

Fish samples were collected from two localities in the Asi (Orontes) River drainage (south-eastern Anatolia, Turkey) between September 2015 and March 2016 using gill nets (40 and 44 mm mesh sizes) set at 0-2 m depths (Coordinates: 36 30' N, 36 24' E - 36 25' N, 36 33' E) (Figure 1). Specimens were transported on ice in a cooler box to the laboratory at Cukurova University. Total length (TL), Standard length (SL), and Fork length (FL) were measured to the nearest millimeter (mm) and total weight (TW) nearest 0.01 gram (g), respectively. Sexes were identified by macroscopic and microscopic examination of the gonads.

Mean length and mean weight for males and females were compared using Student's t test. Statistical differences in these ratios were determined using the Chi-square (χ^2) test.

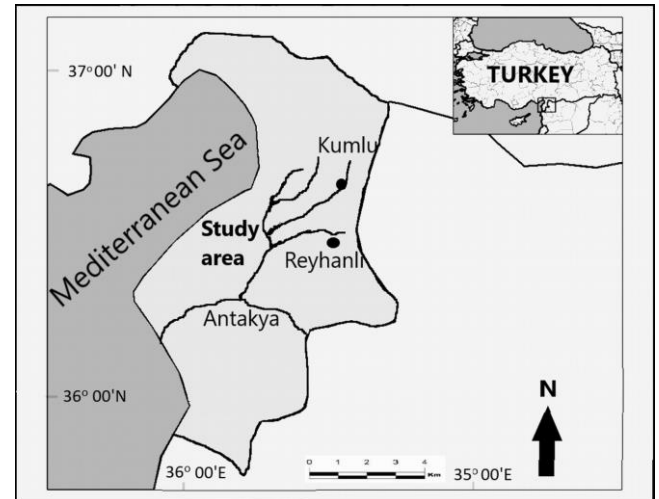


Figure 1. Sampling locations (●) in the Asi River Basin.

The LWRs was $W = TL^b$ (Ricker, 1975), the statistical significance level of R^2 was estimated, and the parameters a and b calculated by linear regression equation of $\log TW = \log a + b \log TL$, where, W is the weight of the fish in grams; TL is the total length in cm and, a and b are the intercept and the slope of the regression line, respectively. The significance of the regression was assessed by ANOVA, and the "b" value was tested by student's t-test to verify if it was significantly different from isometric growth (Ricker, 1975; Pauly, 1984). LLRs were established using linear regression analysis: TL-SL, SL-FL and FL-TL. The analyzes were evaluated statistically using SPSS computer package program.

RESULTS

Of the 125 specimens, ranging from 15.5 to 38.0 cm TL, 65 were females (52.0%) and 60 were males (48.0%). The total sex ratio for female and male individuals (M:F) was 0.92:1.00. The difference between the sex ratio was not found to be statistically significant ($\chi^2 = 0.626$, $P > 0.05$). The average total length values of the examined samples were found to be $24.07 \text{ cm} \pm 0.82$ (15.5-38.0) for females and $24.23 \text{ cm} \pm 0.66$ (16.0-35.5) for males. There was a significant difference between both sexes in the overall total length ($t = 0.156$, $P < 0.05$). The average total weight values were calculated as $229.46 \text{ g} \pm 24.44$ (35.0-850.0) for females and $180.28 \text{ g} \pm 17.40$ (37.0-586.0) for males. The t test showed a significant difference between both sexes in overall weight ($t = 1.477$, $P < 0.05$). The sample size, mean TL, standard error (SE) of TL, size range (cm, TL), mean W, SE of TW and total weight range (g, W) are given in Table 1

Table 1. Total length (TL) and weight (W) of *L. pectoralis* in Asi River.

Sex	n	Length characteristics				Weight			
		Mean	S.E.	Min	Max	Mean	S.E.	Min	Max
Both	125	24.15	0.53	15.5	38.0	206.65	16.69	35.0	850.0
Females	65	24.07	0.82	15.5	38.0	229.46	24.44	35.0	850.0
Males	60	24.23	0.66	16.0	35.5	180.28	17.40	37.0	586.0

n: sample size; S.E: Standart Error, Min: Minimum; Max. Maximum.

The calculated allometric coefficient *b* ranged from a minimum of 3.441 for females to a maximum of 3.438 for both sexes. The LWRs indicated a positive allometric growth for *L. pectoralis* (Table 2). The LWRs of *L. pectoralis* was calculated as $W=0.0030TL^{3.441}$ ($R^2=0.974$) for females, $W=0.0026TL^{3.442}$ ($R^2=0.983$) for males, and $W=0.0028TL^{3.438}$ ($R^2=0.970$) for both sexes. Estimation of length-weight relationship for females, males and both sexes are shown in Figure 2 and the estimated parameters of the LWR (a and b), SE of b, confidence limit (95%) of a and b, and the determination coefficients (r^2) are given in Table 2.

Linear regression was highly significant ($P<0.001$) for all species. LLRs presented in Table 3 were highly significant ($P<0.001$), with all the coefficient of determination values (r^2) >0.990

DISCUSSION

In the present paper, the relations between total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL), and between total length and weight relationships were investigated for *L. pectoralis* from two localities (Asi River, Turkey). The length and weight data collected throughout the sampling period are not representative for all months within a year.

The total length and total weight of both sexes varied from 15.5-38.0 cm 35.0-850 g. The average total length of the examined for both sexes was found 24.15 cm \pm 0.53, and the average total weight was 206.65 g \pm 16.69. Ozcan and Ispir (2019) reported total length as 16.5-21.0 cm and total weight as 23.87-75.65 g for *L. pectoralis* from Menzelet Dam Lake (Kahramanmaraş, Turkey). Ergüden (2016) stated that the minimum and maximum values of total lengths and weights of the samples collected from Seyhan Reservoir (Adana, Turkey) ranged between 15.5-33.5 cm and 37.0-412.7 g. Basiaciket al., (2012) declared total length as 13.2-32.3 cm and total weight as 40.0-572.70 g for *L. kottelati* collected from Adıgüzel Dam Lake (Denizli, Turkey). These size and weight differences are related to sex, sampling gear, season, habitat and also considerably affected by such factors as fishing pressure, stress, reproductive activity, nutrition and environment (Le Cren, 1951; Froese, 2006). Besides, the size of fishes may fluctuate depending on sex, feeding, gonadal development, water flow, and their behavior (Tarkan et al., 2006).

Positive allometric growth values were observed for the *L. pectoralis* of *b* for both sexes, females, and males (Table 2, Figure 2). The values of the parameter *b* vary between 2.5 and 3.5 (Froese, 2006). In the present study, all *b* values fell within this expected range. The value of *b* is different than 3 for the both sexes ($b= 3.438$), female ($b= 3.441$) and male ($b=3.443$) ($b>3$, $p<0.05$) (Table 2).

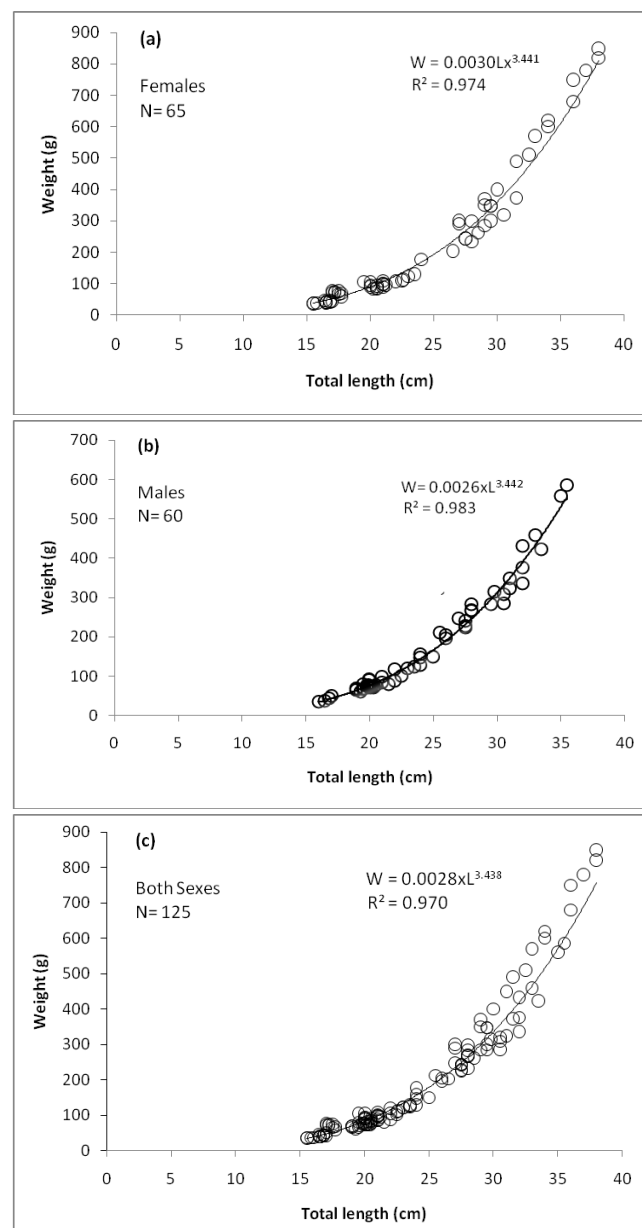


Figure 2. Length-weight relationship of females (a), males (b) and both sexes (c) for *L. pectoralis* in Asi River.

Table 2. Length-weight relationships for *L. pectoralis* in Asi River

Sex	n	a	b	SE (b)	95% CI of a	95% CI of b	r2	GrowthType	P
Both	125	0.0028	3.438	0.055	0.0020-0.0039	3.330-3.546	0.970	A (+)	P<0.05
Females	65	0.0030	3.441	0.071	0.0017-0.0037	3.300-3.582	0.974	A (+)	P<0.05
Males	60	0.0026	3.443	0.059	0.0019-0.0040	3.325-3.561	0.983	A (+)	P<0.05

n: Sample size, a: intercept of the relationship; b: slope of the relationship; SE (b): Standard Error of b; CI: Confidence intervals of b and a; r2: Coefficient of determination.

Table 3. Morphometric relationships between total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL) for *L. Pectoralis* in Asi River.

Sex	n	Equation	a	b	SE (b)	r2
BothSexes	125	TL = a + bSL	-0.028	0.967	0.008	0.995
		SL = a + bFL	0.095	0.990	0.006	0.997
		FL = a + bTL	-0.016	1.026	0.006	0.998
Female	65	TL = a + bSL	-0.120	0.998	0.009	0.997
		SL = a + bFL	0.117	0.981	0.006	0.999
		FL = a + bTL	0.015	1.016	0.006	0.999
Male	60	TL = a + bSL	0.024	0.950	0.014	0.994
		SL = a + bFL	0.099	0.989	0.012	0.996
		FL = a + bTL	0.087	1.049	0.011	0.997

n: Sample size, a: intercept of the relationship; b: slope of the relationship; SE (b): Standard Error of b; r2: Coefficient of determination

There is a little study (Ergüden, 2016; Özcan & İspir, 2019) for this species in the inland water of Turkey. Thus, the belonging to same genus different *Luciobarbus* species was used compare, due to very close biological characteristics in this study. LWRs of *Luciobarbus* species have been reported for different regions in Table 4. Similarly, Ergüden (2016) has reported the b value as 3.225 for *L. pectoralis* from Seyhan Reservoir. Basiacik et al., (2012) have given b value as 3.138 from Adıgüzel Dam for *L. kottelati*. Tarkan et al., (2006) stated the mean value of

b as 3.074 as the result of a study on the *L. escherichii* species collected from Omerli Dam Lake (Turkey). On the contrary, the previous report of negative allometric growth of *L. pectoralis* has also been reported by Özcan and İspir (2019). In their study, b value was calculated as for both sexes b= 1.778, for the female b= 1.228 and for the males b= 2.478, in Menzelet Reservoir (Özcan & İspir, 2019). These differences of b value may depend on the ontogenetic development, seasonal variation, and ecological factors (Alp et al., 2005; Wootton, 1998).

Table 4. Geographic comparison of LWRs parameters for *Luciobarbus* species from different areas.

Species	Locality	Sex	n	Lengthtype	Length (cm)	a	b	r2	Author(s)
<i>Luciobarbus kottelati</i>	Adıgüzel Dam, Turkey	Mixed	144	FL	-	0.0009	3.138	0.975	Basiacik et al. (2012)
<i>Luciobarbus escherichii</i>	Omerli Dam, Turkey	Mixed	12	TL	4.9-22.6	0.0096	3.050	0.989	Tarkan et al. (2006)
<i>Luciobarbus esocinus</i>	Keban Reservoir, Turkey	Male	85	TL	34.8-112.4	0.0079	3.098	0.970	Çoban et al. (2012)
<i>Luciobarbus esocinus</i>	Keban Dam Lake, Turkey	Mixed	22	TL	37.4-49.7	0.0101	2.915	0.965	Dartay & Gül (2013)
<i>Luciobarbus esocinus</i>	Gamasiab Reservoir, Iran	Mixed	170	TL	19.4-42.2	0.0060	2.871	0.970	Hedayati et al. (2016)
<i>Luciobarbus pectoralis</i>	Menzelet Reservoir, Turkey	Male	77	TL	16.5-20.6	0.0639	2.418	0.404	Özcan & İspir (2019)
		Female	73	TL	15.5-21.0	1.0630	1.228	0.565	
		Both	150	TL	15.5-21.0	0.0670	1.778	0.439	
<i>Luciobarbus pectoralis</i>	Seyhan Reservoir, Turkey	Mixed	102	TL	15.5-33.5	0.00530	3.225	0.975	Ergüden (2016)

The present data should be considered as representing only a particular season or time of year. Besides, the parameters of b generally do not vary significantly throughout the year, unlike parameter a, which may vary seasonally, daily, and between habitats (Bagenal & Tesch, 1978; Goncalves et al., 1997). According to Tesch (1971), the length-weight relationship in fishes is affected by some factors including season, gonad maturity, diet, habitat, sampling, and also preservation techniques. In the present study, these factors were not taken into account.

L. pectoralis has commercial economic value and also local fishermen catch and consume it as food in this region. In recent years, *L. pectoralis* population has been decreasing in the Asi River Basin. The main important reasons for the decline in the abundance of this fish species may be due to overfishing, destruction of their spawning grounds, restrictions in their habitats, and pollution.

Today *L. pectoralis* is considered as Least Concern (LC) in the IUCN Global Red List for Anatolian waters (IUCN, 2020). However, this species has affected and decreased from large parts of the Asi drainage due to pollution, habitat destruction, and water abstraction. Unfortunately, many threats are still not considered due to not enough substantial evidence for this species. Thus, further research is required to reveal details about the habitats situations of regional species in this region.

In the present study, we report the first references available for the length-weight (LWRs) and length-length relationships (LLRs) of the Levantine barbel from Asi River (Southeastern Anatolia, Turkey). Besides, the present study the maximum total length was determined as 38 cm, and this is the new maximum length reported from Turkish inland waters. The results of this study will be useful for fisheries biologists and conservation experts for

the sustainable use of the *L. pectoralis* population in the Asi River.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Murat Devecili for his assistance.

REFERENCES

- Almaça, C. (1986). On some *Barbus* species from western Asia (Cyprinidae, Pisces). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, **87**, 5-30.
- Alp, A., Kara, C.H., Büyükçapar, M. & Bülbül, O. (2005). Age, growth and condition of *Capoeta capoeta angorae*, Hanko 1924 from the upper water systems of the River Ceyhan, Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **29**, 665-676.
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. (1978). Age and growth, In: Bagenal, T.B. (Ed), *Methods for assessment of fish production in freshwaters, 3rd edition*, 101-136p, Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Basiacik, S., Sari, H.M., İlhan, A. & Ustaoglu, M.R. (2012). Some growth features of barbel fish population (*Luciobarbus kottelati* Turan, Ekmekçi, İlhan & Engin, 2008) in Adıgüzel Dam Lake (Denizli). *Journal of Fisheries Sciences.com*, **6**(1), 32-38. DOI: 10.3153/jfsc.com.2012005
- Coban, M.Z., Turkoglu, I., Yuksel, F., Celayir, Y., Yuce, S., Eroğlu M. & Şen, D. (2012). Some biological characteristics of *Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843 living in Keban Reservoir. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **12**, 73-80. DOI: 10.4194/1303-2712-v12_1_09
- Dartay, M. & Gul, M.R. (2013). Length-weight relationships for five fish species Caught in Keban Dam Lake, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, **30**(1), 233-234. DOI: 10.1111/jai.12208
- Ergüden, S.A. (2016). Length-weight relationships for six freshwater fish species from the Seyhan Reservoir (south-eastern Anatolia, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, **32**, 141-143. DOI: 10.1111/jai.12905
- Fricke, R., Bilecenoglu, M. & Sari, H.M. (2007). Annotated checklist of fish and Lamprey species (*Gnathostoma* and *Petromyzontomorphi*) of Turkey, including a Red List of threatened and declining species. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Seria A (Biologie)*, **706**, 1-172.
- 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. (2020). Fishbase. Worldwide web electronic publication. <https://www.fishbase.se/summary/54714>. (11.07.2020).
- Freyhof, J. (2014). *Luciobarbus pectoralis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T19383495A19848388. DOI: 10.2305/IUCN.UK.20141.RLTS.T19383495A19848388.en. (10.07.2020).
- Geldiay, R. & Balık, S. (1999). *Türkiye tatlısu balıkları*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 46, Ders Kitabı Dizini, No: 16, Izmir, Turkey, 532p.
- Goncalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro, J., Canario, A.V.M. & Erzini, K. (1997). Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fisheries Research*, **30**, 253-256. DOI: 10.1016/S0165-7836(96)00569-3
- Hedayati, S.A., Farsani, H.G. & Gerami, M.H. (2016). Length-weight relationships of two fish species from Gamasiab Reservoir, western Iran: *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 and *Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843. *Journal of Applied Ichthyology*, **32**, 139-140. DOI: 10.1111/jai.12915
- IUCN. (2020). The IUCN Red List of threatened species. Version 2020-1. <https://www.iucnredlist.org/species/19383495/19848388>. (11.07.2020).
- Karaman, L.S. (1971). Süsswasserfische der Türkei, 8. Teil, revision der Barben Europas, vorder asiens und nord Afrikas. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institute*, **67**, 175-254.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*, Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, XIV, Berlin, Germany, 646p.
- Kuru, M. (2004). Recent systematic status of inland fishes of Turkey. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **2**(3), 1-21.
- Le Cren, E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, **20**, 201-219.
- Moutopoulos, D.K. & Stergiou, K.I. (2002). Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, **18**, 202-203. DOI: 10.1046/j.1439-0426.2002.00281.x
- Ozcan, G. (2013). A contribution to knowledge of the freshwater fish of Orontes River, Hatay, Turkey. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, **3**(2), 143-147.
- Ozcan, M. & Ispir, U. (2019). Length-weight relationships of *Luciobarbus pectoralis* from the Menzelet Dam Lake of Kahramanmaraş. *Agricultural Journal*, **14**(3), 35-39.
- Pauly, D. (1984). *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators*. ICLARM Studies and Reviews 8,

- International Center for Living Aquatic Resource Management, Manila, Philippines, 325p.
- Ricker, W.E. (1975).** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin Fisheries Research Board of Canada*, **191**, 1-382.
- Santos, M.N., Gaspar, M.B., Vasconcelos, P. & Monteiro, C.C. (2002).** Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal). *Fisheries Research*, **59**, 289-295. DOI: [10.1016/S0165-7836\(01\)00401-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00401-5)
- Tarkan, A.S., Gaygusuz, O., Acipinar, H., Gürsoy, C. & Ozulug, M. (2006).** Length-weight relationship of fishes from the Marmara region (NW-Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, **22**, 271-273. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2006.00711.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00711.x)
- Tesch, F.W. (1971).** Age and growth, In: Ricker W.E. (Ed), *Methods for assessment of fish production in fresh waters*, 98-130p. Oxford, Blackwell Scientific Publications, UK.
- Turan, D., Ekmekçi, F.G., İlhan, A. & Engin, S. (2008).** *Luciobarbus kottelati*, A new species of barbel (Teleostei: Cyprinidae) from the Büyük Menderes River, Turkey, with rediagnose of *L. lydianus*. *Zootaxa*, **1824**, 35-44. DOI: [10.11646/zootaxa.1824.1.4](https://doi.org/10.11646/zootaxa.1824.1.4)
- Wootton, R.J. (1998).** *Ecology of teleost fishes*, 2nd Edition, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, 386p.



Osmaniye Yerfıstığı ve Topraklarının Bazı Ekolojik Özelliklerinin İlçeler Arasında Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi^[*]

Hüsnüye AKA SAĞLIKER* Cemile ELMASOĞLU

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 80000, Osmaniye, Türkiye

Geliş/Received: 08.05.2020

Kabul/Accepted: 24.09.2020

Atf yapmak için: Aka Sağlıker, H. & Elmasoğlu, C. (2020). Osmaniye Yerfıstığı ve Topraklarının Bazı Ekolojik Özelliklerinin İlçeler Arasında Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 460-465.

How to cite: Aka Sağlıker, H. & Elmasoğlu, C. (2020). Investigation Comparatively of Some Ecological Properties of Peanuts and Its Soils among Osmaniye Disticts. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 460-465.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-3807-1827>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-0121-314X>

*Sorumlu yazarın:
Hüsnüye AKA SAĞLIKER
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen
Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 80000,
Osmaniye, Türkiye.
✉: hasaglikler@osmaniye.edu.tr
Cep telefonu : +90 (533) 237 60 88

Öz: Bu çalışmada, Osmaniye'nin Sumbas, Kadirli, Merkez, Düziçi ve Toprakkale ilçelerinden iki farklı dönemde (Şubat 2017 ve Eylül 2017) örneklenmiş yerfıstığı toprakları ile sadece Eylül 2017'de toplanmış yerfıstığının bazı ekolojik özellikleri ilçeler arasında karşılaştırılmıştır. Toprakların % saturasyon, % CaCO₃, % EC içerikleri, bünye tipi ve pH değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Tek fark Kadirli topraklarının kireç içeriğinin (%) Düziçi ve Toprakkale ilçe topraklarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olmasıdır ($P<0,05$). İlçe topraklarının % C, % N, K (ppm) ve P (ppm) içerikleri hem Şubat 2017 hem de Eylül 2017'de kıyaslandığında C, N ve K değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($P>0,05$). Düziçi ilçesinin Eylül 2017'de P içeriği (15,9 ppm) diğer ilçeler ve örnekleme zamanından anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Sumbas ve Kadirli yerfıstıklarının N içerikleri (sırasıyla % 2,93 ve % 2,60) Düziçi yerfıstığından (% 4,70) anlamlı düzeyde düşük bulunmuş iken ($P<0,05$). Düziçi yerfıstığının N içeriği ile Merkez ve Toprakkale yerfıstıkları arasında fark gözlenmemiştir ($P>0,05$). K, Mg ve Ca içerikleri (ppm) tüm ilçeler arasında fark göstermemiştir ($P>0,05$). Sonuç olarak Osmaniye'de yetiştirilen yerfıstığı danesinin toprak [% C, % N, K (ppm) ve P (ppm)] ve dane örneklerinin [% C, % N, K (ppm), Na (ppm), Mg (ppm) ve Ca (ppm)] besin elementi içeriklerinin ilçeler arasında fark göstermediği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Azot, besin elementleri, karbon, Osmaniye ilçeleri, yerfıstığı danesi.

Investigation Comparatively of Some Ecological Properties of Peanuts and Its Soils among Osmaniye Disticts

Abstract: In this study, some ecological characteristics of the peanut soil sampled in two different periods (February 2017 and September 2017) and only peanuts collected in September 2017 from Sumbas, Kadirli, Merkez, Düziçi and Toprakkale districts in Osmaniye were evaluated comparatively among these districts. The contents of saturation%, CaCO₃%, EC%, texture type and pH valu in all district soils were close to each other and the only difference among these soils was in the lime content (%) that Kadirli soil was statistically higher than Düziçi and Toprakkale districts ($P<0,05$). When the content of C%, N%, K (ppm) and P (ppm) of district soils were compared both among the districts and February 2017 or September 2017, there was not statistically significant difference in C, N and K values ($P>0,05$). P content (15,9 ppm) of Düziçi in September 2017 was significantly higher than the other districts and sampling time ($P<0,05$). While N contents(2,93% and 2,60%, respectively) of Sumbasand Kadirli peanuts were statistically lower than Düziçi peanuts (4,70%, $P<0,05$), there were not significant difference between the N contents of Düziçi and Merkez or Toprakkale peanuts ($P>0,05$). The contents (ppm) of K, Mg and Ca did not significantly differ among all disticts ($P>0,05$). In the light of all these findings, peanut soil cultivated in Osmaniye [C%, N%, K (ppm) and P (ppm)] and grain samples [C%, N%, K (ppm), Na (ppm), Mg (ppm) and Ca (ppm)] showed that nutrient content did not differ between districts.

*Corresponding author's:
Hüsnüye AKA SAĞLIKER
Osmaniye Korkut Ata University, Faculty of
Arts, Department of Biology, 80000,
Osmaniye, Turkey.
✉: hasaglikler@osmaniye.edu.tr
Mobile telephone : +90 (533) 237 60 88

Keywords: Carbon, nitrogen, nutrients, Osmaniye's districts, peanut grain.

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

This study was produced from the master thesis.

GİRİŞ

Yerfıstığı (*Arachis hypogaea* L., peanut), baklagiller (Fabaceae) familyasının tek yıllık, yazlık ve yağlı tohumlu bir kültür bitkisidir (Arıoğlu, 2014). Bu bitkinin yetiştiriciliği yaklaşık 3500 yıllık geçmişe dayanmaktadır (Parlakay, 2011). Güney Amerika (zellikle Brezilya ve Peru) kökenli olan bu bitkinin, ilk olarak Amerika'nın keşfinden sonra Portekizliler tarafından XVI. yüzyılda gemilerle önce Avrupa'ya getirildiği, buradan Afrika ve Asya kıtalarına yayıldığı ve daha sonra da Pasifik adalarına götürüldüğü bilinmektedir (Kadiroğlu, 2008). Yerfıstığının Anadolu'da yaygınlaşması ise Avrupalı tüccarların Asya seferlerinde fıstığı Anadolu'ya ticari amaçlı getirmeleri ile başlamıştır. Yerfıstığının Türkiye'deki geçmişi ile ilgili bilgiler yeterli olmasa da yurdumuza Trakya'dan giriş yaptığı ve zamanla Güney Marmara, Ege kıyıları ve Akdeniz Bölgesi'ne ulaştığı, oradan da Güneydoğu Anadolu'ya yayıldığı belirtilmiştir (Taşlıgil & şahin, 2009; eam & Hayli, 2004). Yerfıstığı yetiştiriciliği ile ilgili denemelerin ise 1935'te Antalya Sıcak İklim Nebatları İslah İstasyonu'nda yapıldığı saptanmıştır. Günümüzde yerfıstığının büyük bir kısmı Akdeniz Bölgesi'nde ve özellikle Osmaniye ilinde yetiştirilmekte olup 80 yıllık geçmişinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir (Gl vd., 2001; ğt, 1969).

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de yağlı tohumlar kategorisinde yer alan yerfıstığı, endüstri bitkileri grubu içerisinde de incelenmektedir. (Parlakay, 2011). Tohumları çeşidine bağlı olarak ortalama % 50-55 arasında yağ içermektedir (Arıoğlu, 2014). Yerfıstığı yağının tadı diğer birçok bitkisel yağa göre daha lezzetli ve dayanıklı olduğu için tüketimi fazladır. Yağın içeriğindeki sekiz ayrı yağ asidi beslenme değerini arttırmaktadır. Örneğin yerfıstığı yağında bulunan Tocopherol antioksidanı yağın oksitlenmesini ve bozulmasını oldukça geciktirmektedir. Yağı alınmış yerfıstığı tohumundan elde edilen küspe ise yüksek oranda protein içermekte (% 47,4) ve ayrıca karma yem üretiminde de hammadde olarak kullanılmaktadır. Yerfıstığı küspesi yaklaşık soya küspesi kadar metabolize enerji (2205 kcal/kg) içermektedir (Arıoğlu, 2014). Gıda sanayiinde çok değişik kullanım alanları olan yer fıstığının büyük bir kısmı kuruyemiş olarak tüketilmektedir. B vitamini içeriği açısından zengin olan yer fıstığı bileşiminde; az miktarda da A, C, D ve E vitaminleri, yaklaşık % 46 yağ, % 25 protein, % 16 karbonhidrat ve % 15 mineral madde bulunduğu ve tohumlarının fosforca zengin aminoasitler (sistin gibi) içerdiği tespit edilmiştir (Taşkaya, 2007). Bu kadar zengin içerikli yerfıstığının bazı insanlarda alerjik reaksiyonlara neden olduğu (Buttriss, 2002) bilinirken kemik ve kasları güçlendirdiği, mideyi koruduğu, kalp sağlığına destek olduğu ve kansere karşı koruyucu görev üstlendiği de belirlenmiştir (ztrk & Besler, 2008). Yerfıstığı tohumları doğrudan veya işlenerek kuruyemiş,

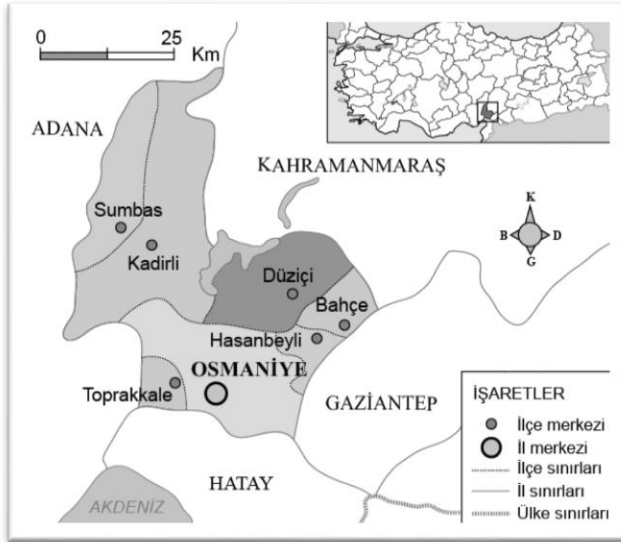
bisküvi, şekerleme, okolatalı gıda, fıstık katkılı dondurma, fıstık ezmesi şeklinde değerlendirilmektedir (şahin, 2014). Yerfıstığı yağı ise sıvı olarak kızartmalarda, yemeklerde, bisküvi, pasta ve balık gibi çeşitli konservelerin hazırlanmasında, düşük kaliteli yerfıstığı yağları ise sabun yapımı gibi çeşitli sanayi kollarında ve biodizel üretiminde kullanılmaktadır (şahin, 2014). Yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspe gelişmiş ülkelerde karma yemlerin yapımında kullanılmaktadır (Arıoğlu, 1999). Yeşil kısımları doğrudan hayvan yemi, kurutulduğu zaman ise balya yapılarak kiş mevsiminde hayvanlara besin kaynağı olarak verilmektedir. Yerfıstığı kabukları ise sunta yapımında, mantar yetiştiriciliğinde, yem dolgu maddesi, yakacak, yapay odun ve kömür yapımında dolgu maddesi, sığır yetiştiriciliğinde kaba yem, kümes hayvanları yetiştiriciliğinde altlık, tarımda ise malçlama malzemesi olarak değerlendirilmektedir (ğt, 1969).

Osmaniye, Adana'nın ilinde bir ilçesi iken 1996'da il statüsü kazanmış olup Adana'nın ilesiyken de yerfıstığı yetiştiriciliğinde önemli bir paya sahip olarak bilinmektedir. İl olduktan sonra ise halkın bilinçlenmesi ve bölgeye has çeşit ekiminin artırılması ile iyi kalitede ve bol miktarda yerfıstığı yetiştirilmiştir (Arıoğlu vd., 2016; şahin, 2014). Osmaniye'nin Düziçi, Kadirli, Merkez, Sumbas ve Toprakkale, ilçelerinde yerfıstığı yetiştiriciliği yapılırken, Bahçe ve Hasanbeyli ilçelerinde elverişsiz iklim koşulları nedeniyle yerfıstığı ekimi yapılmamaktadır. Türkiye'de % 93' Akdeniz Bölgesinde olan yerfıstığı ekim alanlarının %82'si Adana ve Osmaniye il sınırları içerisinde yer almakta olup bu iki ilin retimi Türkiye'nin yaklaşık % 85'ini oluşturmaktadır. Bu çalışmada yerfıstığı yetiştirilen Osmaniye (Merkez) ve ilçelerinden (Düziçi, Kadirli, Sumbas, Toprakkale) rneklenmiş yerfıstığı [zellikle C (%) ve N(%)] ile yetiştirildiği toprakların bazı ekolojik özellikleri [tekstür tipi, tarla kapasitesi (%), pH, CaCO₃ (%), toplam tuz, C (%) ve N (%) gibi] araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Osmaniye Akdeniz ikliminin gözlendiği kişları yağlışlı ve ılık, yazları ise kurak ve sıcak geçen bir il olup ortalama yıllık sıcaklık 18,2 °C, en yüksek sıcaklık 42,8 °C (Ağustos), en düşük sıcaklık -8,5 °C (Ocak) ve ortalama yıllık yağış miktarı 767,6 mm olarak ölçülmüştür (Osmaniye Meteoroloji Müdürlüğü, 2019).

Araştırma materyallerini Osmaniye'nin Merkez ve dört farklı ilçesinde (Düziçi, Kadirli, Sumbas, Toprakkale; şekil 1) yetiştirilen yerfıstığı ile toprakları oluşturmaktadır (şekil 2). Tarla topraklarından yerfıstığı örnekleri ekiminden önce (şubat 2017) ve sonra (Eylül 2017) olmak üzere iki farklı zamanda alınmıştır.



Şekil 1. Osmaniye'nin ilçe ve komşu iller haritası (Osmaniye Kadastro Müdürlüğü, 2019).

Figure 1. District and neighboring provinces map of Osmaniye (Osmaniye Cadastre Directorate, 2019).

Önceden seçilmiş beş (5) ayrı ilçede (Merkez, Düziçi, Kadiri, Sumbas ve Toprakkale) bulunan ve birer tarladan alınan toprak örnekleri 0-10 cm derinlikten yaklaşık 3,5-4 kg olacak şekilde alınmış ve ayrı ayrı numaralandırılarak laboratuvarda hava kuru olana kadar bekletilmiş, topraklar organik bitki ve diğer atıklar ile iskeletinden arındırıldıktan sonra por çapı 2 mm olan elekten geçirilerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Hasat sonrası sadece Eylül 2017'de toplanan yerfıstığı örnekleri ise kabuklarından ayrılarak 70°C'lik etüvde kurutulmuş ve daha sonra analizlerde kullanılmak ve homojen örnek elde etmek için elektrikli bitki değirmeninde öğütülmüş ve en kısa sürede ilgili analizlere tabi tutulmuştur. Yerfıstığı yağlı tohum olduğu ve kısa sürede bozulma riski taşıdığı için ilgili analizler mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Osmaniye-Sumbas ilçesi (Alibeyli Köyü) yerfıstığı ve toprak örnekleri.

Figure 2. Peanut and soil samples in Osmaniye-Sumbas district (Alibeyli Village).

Toprakların tarla kapasitesi (TK, %) 1/3 atmosfer basınçlı vakum pompası ile (Demiralay, 1993), toprak pH'sı 1:2,5'lük toprak-su karışımında InoLab pH-metresi ile

(Jackson, 1958), kireç içeriği (%) Scheibler kalsimetre ile (Allison & Moddie, 1965), bünye tipi ile (Kacar, 2012), iletkenlik ve tuzluluk tayini (Richards, 1954) saturasyon çamuru ile belirlenmiştir. Toprakların organik C içeriği (%) C) Anne metodu ile, toplam N içeriği (%N) Kjeldahl metodu ile (Duchaufour, 1970) belirlenmiştir. Toprakta bitkiye yararlı P (ppm) tayini Olsen metodu ile (Olsen vd., 1954), K, Na, Mg, Ca içerikleri (ppm) amonyum asetat ile ekstrakte edilmiş süzüğün Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazında ölçümü ile (Richards, 1954), bitkide Ca, Mg, Na ve K tayini (ppm) kuru yakma yöntemi ile (Chapman & Pratt, 1961) belirlenmiştir. Tüm bu analizlerin her biri 3'er tekrarlı olup tablolarda bu 3 ölçümün ortalaması alınmıştır.

İstatistiksel Analiz: Çalışma sonucu elde edilmiş bulgular SPSS paket programında değerlendirilmiş olup toprak ve fıstık örneklerine ait bulguların ilçeler arasında anlamlı fark olup olmadığını tespit edebilmek için çoklu karşılaştırma (LSD, Least Significant Difference) testi kullanılmıştır (Kleinbaum vd., 1995). Tablolarda (Tablo 1-4) üç tekrarlı ölçümlerin ortalaması (ortalama \pm standart hata) sunulmuş olup karşılaştırmalarda anlam düzeyi $P < 0,05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Osmaniye'nin yerfıstığı yetiştirilen beş farklı ilçesinden (Merkez, Düziçi, Kadiri, Sumbas, ve Toprakkale) iki farklı zamanda (Şubat 2017 ve Eylül 2017) örneklenmiş yerfıstığı topraklarının bazı ekolojik özellikleri ile ilgili fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur. Osmaniye'nin Merkez, Düziçi, Kadiri, Sumbas, ve Toprakkale ilçelerinden Şubat 2017'de örneklenmiş yerfıstığı topraklarının saturasyon çamuru (%) ile belirlenmiş bünye tipleri killi tın olup istatistiksel olarak aralarında anlamlı fark bulunmamaktadır (Tablo 1, Tukey HSD). Aynı dönemdeki ilçe topraklarının pH ve EC (%) içerikleri arasında da istatistiksel açıdan anlamlı fark gözlenmemiştir ($P > 0,05$, Tablo 1). Toprakların CaCO_3 içerikleri (%) Düziçi ve Toprakkale ilçelerinde en düşük düzeylerde (sırasıyla % 0,58 ve % 2,98) olup sadece en yüksek CaCO_3 içeriğine (% 35,5) sahip Kadiri toprakları ile aralarındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P < 0,05$). Kadiri topraklarının CaCO_3 içeriği (%) Sumbas (% 23,9) ve Merkez (% 23,7) topraklarından da yüksek olduğu halde aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir ($P > 0,05$ Tablo 1).

Benzer sonuçlar aynı örneklik alanlardan Eylül 2017'de ikinci kez örneklenmiş yerfıstığı topraklarında da gözlenmiş olup bünye tipi yine killi tın olarak belirlenmiştir (Tablo 2, Tukey HSD). Eylül 2017 topraklarının pH değerleri arasında anlamlı fark gözlenmemiştir ($P > 0,05$). Yine Eylül 2017'de ilçe topraklarının EC (%) içerikleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark gözlenmemiş ($P >$

0,05) ve yine toprakların CaCO₃ içerikleri (%) Düzici ve Toprakkale ilçelerinde en düşük (sırasıyla % 1,38 ve % 3,25); Kadirli topraklarında ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde en yüksek (% 37,7) bulunmuştur ($P < 0,05$). Kadirli topraklarının CaCO₃ içeriği (%) Sumbas (% 23,4) ve Merkez (% 25,9) topraklarından da yüksek olduğu halde aralarında anlamlı fark bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Osmaniye'nin Merkez, Düzici, Kadirli, Sumbas ve Toprakkale ilçelerinden Şubat 2017 ve Eylül 2017'de örneklenmiş yerfıstığı topraklarının C (%), N (%) ve K (ppm) içerikleri birbiri ile ayrı ayrı kıyaslandığında (Tukey

HSD) aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ($P > 0,05$, Tablo 3).

İlçe topraklarından sadece Eylül 2017 Düzici'nin P içeriği (15,9 ppm) kendi örnekleme dönemindeki diğer ilçelerden ve diğer örnekleme dönemi olan Şubat 2017'deki ilçelerin tamamından anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($P < 0,05$, Tukey HSD).

Osmaniye'nin Merkez, Düzici, Kadirli, Sumbas ve Toprakkale ilçelerinden sadece Eylül 2017'de örneklenmiş yerfıstığına ait C (%), N (%), Mg (ppm), Ca (ppm) K (ppm) ve Na (ppm), içerikleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 1. Osmaniye'nin Merkez, Düzici, Kadirli, Sumbas ve Toprakkale ilçelerinden Şubat 2017'de örneklenmiş yerfıstığı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (ortalama±standart hata, $n=3$).

Table 1. Some physical and chemical analysis results of peanut soils sampled from Osmaniye's Central, Düzici, Kadirli, Sumbas and Toprakkale districts in February 2017 (mean ± standard error, $n = 3$).

İlçeler	Saturasyon (%)	Bünye tipi	pH	CaCO ₃ (%)	EC (%)
Merkez	51,5±1,72a	Killi-Tin	7,85±0,044a	23,7±9,94ab	0,018±0,003a
Düzici	53,9±1,41a	Killi-Tin	7,51±0,268a	0,58±0,21b	0,020±0,001a
Kadirli	52,2±6,33a	Killi-Tin	7,85±0,037a	35,5±2,99a	0,310±0,009a
Sumbas	53,2±2,28a	Killi-Tin	7,74±0,032a	23,9±6,41ab	0,027±0,001a
Toprakkale	50,7±1,55a	Killi-Tin	7,93±0,032a	2,98±0,78b	0,011±0,003a

Tabloda belirtilen zıt harfler (a ve b) aynı özelliğin farklı ilçeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın varlığına işaret etmektedir ($P < 0,05$).

Tablo 2. Osmaniye'nin Merkez, Düzici, Kadirli, Sumbas ve Toprakkale ilçelerinden Eylül 2017'de örneklenmiş yerfıstığı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (ortalama±standart hata, $n=3$).

Table 2. Some physical and chemical analysis results of peanut soils sampled from Osmaniye's Central, Düzici, Kadirli, Sumbas and Toprakkale districts in September 2017 (mean ± standard error, $n = 3$).

İlçeler	Saturasyon (%)	Bünye tipi	pH	CaCO ₃ (%)	EC (%)
Merkez	50,9±1,73a	Killi-Tin	7,84±0,051a	25,9±6,85ab	0,020±0,004a
Düzici	53,8±1,82a	Killi-Tin	7,58±0,21a	1,38±0,75b	0,033±0,004a
Kadirli	58,7±4,31a	Killi-Tin	7,75±0,049a	37,7±2,84a	0,030±0,008a
Sumbas	61,2±1,60a	Killi-Tin	7,65±0,027a	23,4±6,85ab	0,039±0,003a
Toprakkale	55,0±2,77a	Killi-Tin	7,88±0,065a	3,25±1,48b	0,016±0,004a

Tabloda belirtilen zıt harfler (a ve b) aynı özelliğin farklı ilçeler arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın varlığına işaret etmektedir ($P < 0,05$).

Tablo 3. Osmaniye'nin Merkez, Düzici, Kadirli, Sumbas ve Toprakkale ilçelerinden Şubat ve Eylül 2017'de örneklenmiş yerfıstığı topraklarının C (%), N (%), K (ppm) ve P (ppm) içerikleri (ortalama±standart hata, $n=3$).

Table 3. C (%), N (%), K (ppm) and P (ppm) contents (mean ± standard error) of peanut soils sampled from Osmaniye's Merkez, Düzici, Kadirli, Sumbas and Toprakkale districts in February and September 2017 ($n = 3$).

İlçeler	C (%)	N (%)	K (ppm)	P (ppm)
Şubat 2017				
Merkez	0,34±0,23a	0,15±0,015a	10,4±2,75a	5,51±1,19a
Düzici	0,11±0,003a	0,13±0,026a	17,5±3,96a	7,47±1,50a
Kadirli	0,37±0,26a	0,14±0,010a	27,1±4,57a	6,69±0,82a
Sumbas	0,28±0,16a	0,16±0,025a	23,8±8,14a	4,73±0,19a
Toprakkale	0,77±0,003a	0,15±0,052a	7,82±3,31a	6,75±1,12a
Eylül 2017				
Merkez	0,90±0,000a	0,10±0,036a	13,1±3,94a	8,16±1,30a
Düzici	0,34±0,23a	0,14±0,015a	19,3±1,93a	15,9±1,49b
Kadirli	0,11±0,003a	0,16±0,040a	33,3±6,33a	8,81±0,51a
Sumbas	0,25±0,12a	0,13±0,026a	32,8±8,84a	7,15±0,54a
Toprakkale	0,34±0,23a	0,12±0,044a	10,9±3,94a	9,25±1,54a

Tabloda belirtilen (a ve b) harfleri aynı özelliğin ilçeler ve örnekleme zamanı arasındaki istatistiksel farkı ortaya koymaktadır ($P < 0,05$).

Tablo 4. Eylül 2017'de Merkez, Düzici, Kadirli, Sumbas ve Toprakkale ilçelerinde yetiştirilen yerfıstığı (y.) danelerinin C (%), N (%), Mg (ppm), Ca (ppm) K (ppm) ve Na (ppm) içerikleri (ortalama±standart hata, $n=3$).

Table 4. C (%), N (%), Mg (ppm), Ca (ppm) K (ppm) and Na (ppm) contents of peanut (y.) Grains grown in Merkez, Düzici, Kadirli, Sumbas and Toprakkale districts in September 2017 (mean ± standard error, $n = 3$).

Örnekler	C (%)	N (%)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)
Merkez y.	44,0±1,20a	3,57±0,46ab	139,6±23,9 a	21,0±13,0 a	95,0±11,4a
Düzici y.	42,6±1,42a	4,70±0,058b	160,1±33,3 a	14,3±0,58 a	89,7±1,76a
Kadirli y.	46,3±2,10a	2,60±0,20a	190,6±16,4 a	16,7±2,52 a	90,0±1,73a
Sumbas y.	43,1±1,26a	2,93±0,26a	218,7±20,5a	13,0±1,00a	85,0±4,73a
Toprakkale y.	43,3±0,64a	3,77±0,43ab	181,2±7,39 a	14,3±0,58 a	81,7±1,45a

Tabloda belirtilen (a, b ve c) harfleri aynı özelliğin ilçeler arasındaki istatistiksel farkı ortaya koymaktadır ($P < 0,05$).

Yerfıstığı rneklerinin C (%) içerikleri birbirine yakın olup örnekler arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($P>0,05$, Tukey HSD). Sumbas ve Kadirli yerfıstığı rneklerinin N (%) içerikleri sırasıyla % 2,93 ve % 2,60 olup Düzıi yerfıstığından (% 4,70) anlamlı düzeyde dışuk bulunmuştur ($P<0,05$). Toprakkale yerfıstığı C içerikleri (%) arasındaki farklar ise istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P>0,05$). Yerfıstığı rneklerinin K (ppm) içerikleri birbirine yakın olup aralarındaki fark anlamsızdır ($P>0,05$). Yerfıstığı rneklerinin Na içerikleri (ppm) Sumbas, Kadirli, Merkez, Düzıi ve Toprakkale ilçeleri arasında anlamlı farklar göstermektedir ($P<0,05$). Sumbas ve Düzıi yerfıstıklarının Na içeriği (sırasıyla 20,9 ppm ve 22,2 ppm) Kadirli (35,2 ppm) ve Toprakkale (32,3 ppm) yerfıstıklarından anlamlı düzeyde dışuktur ($P<0,05$, Tukey HSD). Kadirli yerfıstığının Na içeriği (35,2 ppm) Merkez (25,8 ppm) yerfıstığından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($P<0,05$). Yerfıstığı rneklerinin Ca ve Mg içerikleri (ppm) ilçeler arasında anlamlı fark göstermemiştir ($P>0,05$, Tablo 4).

SONUÇ

Osmaniye'nin Merkez, Düzıi, Kadirli, Sumbas ve Toprakkale ilçelerinden iki farklı dönemde (şubat 2017 ve Eylül 2017) rneklenmiş yerfıstığı topraklarının ve sadece Eylül 2017'de örneklenmiş yerfıstığı tohumlarının bazı ekolojik özelliklerinin araştırıldığı çalışmada anlamlı bazı bulgulara ulaşılmıştır. Bu çalışmada yerfıstığı ilçe toprak karakteristiklerinin neredeyse tamamının birbirine benzer özellikler taşıdığı gözlenmiştir. Tüm ilçe topraklarının bünye tipleri killi tın olup hafif alkali pH'a sahiptir. Toprakların elektriksel iletkenlikleri (% EC) arasında anlamlı farklar gözlenmemiş ve tuzsuz topraklar olarak değerlendirilmiştir. Toprakların her iki rneklemeye döneminde kireç içeriklerine göre ilçelerden Sumbas, Kadirli ve Merkez toprakları çok kireçli, Düzıi'nde kireçsiz, Toprakkale'de az kireçli toprak sınıfında yer almaktadır (Kacar, 2012; Kacar & Katkat, 2018). Bir yıl içinde (2017) iki farklı dönemde (şubat ve Eylül) rneklenmiş aynı ilçe topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının (Tablo 1 ve 2) benzer çıkması zaten beklenen bir durum olup toprak dengesinin kararlılığını yansıtmaktadır. Bu da sonuçların yorumlanması ve güvenilirliği açısından çalışmaya çok değerli ve olumlu katkılar sağlamaktadır.

Bu alışmada Osmaniye'de yetiştirilen yerfıstığının toprak [% C, % N, K (ppm) ve P (ppm)] ve dane rneklerinin [% C, % N, K (ppm), Na (ppm), Mg (ppm) ve Ca (ppm)] besin elementi içeriklerinin ilçeler arasında farklılık göstermediği ortaya konulmuştur. Elde edilen bazı farklar ise (Eylül 2017 dönemi Düzıi topraklarının P içeriğinin (15,9 ppm) diğer topraklardan

yüksekte olması) dönemselsel olarak topraklara uygulanan gübre veya zaman içindeki çevresel değerlişimlerin sonucu olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmadan elde edilen bulgular ışında Osmaniye yerfıstığı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yerfıstığı danelerinin temel besin ögelerinin ilçelere göre kıyaslandığında değerlişim göstermediği saptanmıştır.

TEşEKKüR

Bu alışma Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından OKBAP-2017-PT3-032 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Allison, L.E. & Moodie, C.D. (1965).** Carbonate, In: Black, C.A., (Ed), *Methods of Soil Analysis*, Madison, 9-15p.
- Arioğlu, H.H. (1999).** *Yerfıstığı Yetiştirme Islahı, Yağ Bitkileri Ders Kitabı*. ukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, G.Y.No: 220, Y.No: A-70, Adana, 74s..
- Arioğlu, H.H. (2014).** *Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı*. ukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, 220, A-70, Adana, 204s.
- Buttriss, J. (2002).** *Adverse Reactions to Food*. Blackwell Science, Oxford, 151p.
- Demiralay, I. (1993).** *Toprak Fiziksel Analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 1-47s.
- Duchauffour, P. (1970).** *Precis de Pedologie*. Masson et C^{le}, Editeurs, Paris, 32-37p.
- Gül, A., Arıoğlu, H., Tülücü, K., Biçici, M., zgr, F. & Fenercioğlu, H. (2001).** Osmaniye'nin simgesi: yerfıstığı ekonomisi, üretim tekniği, hastalık ve zararlıları, gıda sanayi açısından nemi, *I. Osmaniye Fıstık Festivali Etkinlikleri*, Osmaniye Gazeteciler Cemiyeti Kültür Yayını, Sayı:1.
- Jackson, M.L. (1958).** *Soil Chemical Analysis*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs.
- Kacar, B. & Katkat, V. (2018).** *Bitki Besleme*. ISBN:9786053201212, Ankara, 7. Baskı.
- Kacar, B. (2012).** *Toprak Analizleri*. Nobel Akademik Yayıncılık, 484, Ankara, 78-105s.
- Kadiroğlu, A. (2008).** *Yerfıstığı Yetiştiriciliği*. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, 53-55s.
- Kleinbaum, D.G., Kupper, L.L., Muller, K.E. & Nizam, A. (1998).** *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*. Duxbury Press, California.

- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanable, F.S. & Dean. L.A. (1954).** *Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate.* Washington, D.C. U.S. Dept. of Agriculture, Circ. 939-942.
- Osmaniye Kadastro Müdürlüğü. (2019).** <https://www.tkgm.gov.tr/tr/node/1131>. Erişim tarihi: 15 Mayıs 2019.
- Osmaniye Meteoroloji Müdürlüğü. 2019.** <https://mgm.gov.tr/?il=Osmaniye>. Erişim tarihi: 12 Aralık 2019.
- ğt, Z. (1969).** *Yerfistigi ve Ziraati.* Türkiye Ticaret Odaları Sanayi Odaları ve Ticaret Borsaları Yayınları, Ankara.
- Öztürk, M. & Besler, H.T. (2008).** *Besin Alerjileri.* Klasmat Matbaacılık, Sağlık Bakanlığı Yayın, 727, 15-16.
- Richards, L.A. (1954).** *Diagnosis and Improvement Saline and Alkaline Soils.* U.S. Dep. Agr. Handbook 60.
- şahin, G. (2014).** Türkiye’de yerfistigi (*Arachis hypogaea* L.) yetiştiriciliği ve bir coğrafi işaret olarak Osmaniye yerfistigi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 13(3), 619-644.
- Taşkaya, B. (2007).** Yerfistigi. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, *Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayınları*, 9(7), 1-4.
- Taşgil, N. & şahin, G. (2009).** Türkiye’de Yerfistigi Ziraati. *Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi*, 19-22 Ekim 2009, Hatay, s. 233-236.



Seasonal Growth and Reproduction of the Black goby, *Gobius niger* (Osteichthyes: Perciformes: Gobiidae) in the southeastern Black Sea Region of Turkey

Sabri BİLGİN* Hatice ONAY

¹University of Sinop, Fisheries Faculty, Department of Fisheries, Sinop, Turkey.

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

Geliş/Received: 06.07.2020

Kabul/Accepted: 22.09.2020

How to cite: Bilgin, S. & Onay, H. (2020). Seasonal Growth and Reproduction of the Black goby, *Gobius niger* (Osteichthyes: Perciformes: Gobiidae) in the southeastern Black Sea Region of Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 466-474.

Atf yapmak için: Bilgin, S. & Onay, H. (2020). Türkiye'nin Güneydoğu Karadeniz Kıyılarında Kömürcü Baya Balığının, *Gobius niger* (Osteichthyes: Perciformes: Gobiidae), Mevsimsel Büyümesi ve Üremesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 466-474.

<https://orcid.org/0000-0003-2321-547X>
 <https://orcid.org/0000-0003-3463-7360>

***Corresponding author's:**

Sabri BİLGİN
University of Sinop, Fisheries Faculty,
Department of Fisheries, Sinop, Turkey.
✉: srbilgin@hotmail.com
Telephone : +90 (368) 287 62 54 / 3391
Fax : +90 (368) 287 62 69

Abstract: Seasonal growth pattern and reproductive biology of the black goby, *Gobius niger* (n= 568; 2.1–14.6 cm TL), were monthly studied in southern Black Sea between December 2012 and November 2013. The seasonal von Bertalanffy growth parameters, computed from ELEFAN, were estimated as L_{∞} = 11.9 cm TL, K = 0.701 year⁻¹, C = 0.633, and WP = 0.492 for the Hoenig seasonal model and as L_{∞} = 12.1 cm TL, K = 0.680 year⁻¹ for non-seasonal von Bertalanffy model. The size at sexual maturity (L_m) was estimated as 8.9 cm TL. The Gonadosomatic index (GSI) ranged between 0.60 in December and 8.57 in April 2013 (mean 3.82±0.82) for females and 0.61 in October 2013 and 2.90 in May 2013 (mean 1.70±0.26) for males. The seasonal growth was pronounced probably due to reproduction activity which extended investment of energy in reproduction causing slower growth. The GSI development was related to photoperiod and the monthly variations of GSI values indicating that the intensive spawning occurred between April 2013 and August 2013. During spawning time, the mean GSI value of females (6.04±1.18) was 2.9 times higher than the mean GSI values of males (2.08±0.42) (P < 0.05). The results of this study were offered as biological input parameters regarded as a reference for the conservation and management of the Black Sea stocks of the black goby.

Keywords: ELEFAN, photoperiod, seasonal growth, reproduction.

Türkiye'nin Güneydoğu Karadeniz Kıyılarında Kömürcü Baya Balığının, *Gobius niger* (Osteichthyes: Perciformes: Gobiidae), Mevsimsel Büyümesi ve Üremesi

Öz: Güneydoğu Karadeniz kıyılarında kömürcü kaya balığının, *Gobius niger* (n= 568; 2,1–14,6 cm TB), üremesi ve mevsimsel büyümesi Aralık 2012 ve Kasım 2013 arasında aylık olarak çalışılmıştır. ELEFAN'a göre hesaplanan mevsimsel von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri; Hoenig mevsimsel modele göre L_{∞} 11,9 cm TB; K = 0,701 yıl⁻¹; C = 0,633 ve WP = 0,492 olarak, mevsimsel olmayan von Bertalanffy büyüme modeline göre ise L_{∞} = 12,1 cm TB, K = 0,680 yıl⁻¹ şeklinde hesaplanmıştır. Cinsi olgunluk boyu (L_m) 8,9 cm TB olarak hesaplanmıştır. Gonadosomatik indeks (GSI) değeri dişiler için 0,60 (Aralık 2012) ile 8,57 (Nisan 2013) arasında (ortalama 3,82±0,82), erkekler için ise 0,61 (Ekim 2013) ve 2,90 (Mayıs 2013) arasında (ortalama 1,70±0,26) değişmiştir. Mevsimsel büyüme, muhtemelen daha yavaş büyümeye neden olan üreme faaliyeti nedeniyle belirgindi. Aylık GSI gelişimi, fotoperiyod ile ilişkili olup yumurtlamanın Nisan 2013 ve Ağustos 2013 arasında gerçekleştiğini göstermiştir. Üreme süresince, dişiler için hesaplanan ortalama GSI değerinin (6,04±1,18), erkeklerin ortalama GSI değerinden (2,08±0,42) yaklaşık 2,9 kat daha büyük olduğu hesaplanmıştır (P <0,05). Bu çalışmanın sonuçları, kaya balığının Karadenizdeki stoklarının korunması ve yönetimi için biyolojik girdi parametreleri olarak sunulmuştur.

***Sorumlu yazar:**

Sabri BİLGİN
Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Avlamave İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop,
Türkiye.
✉: srbilgin@hotmail.com
Telephone: +90 (368) 287 62 54 / 3391
Faks : +90(368) 287 62 69

Anahtar kelimeler: ELEFAN, fotoperiyod, mevsimsel büyüme, üreme.

INTRODUCTION

Black goby, *Gobius niger* Linnaeus, 1758, is widely distributed from Norway to the Canary Islands and Mauritania, all coasts of the Mediterranean Sea and the Black Sea (Bouchereau & Guelorget, 1998; Froese & Pauly, 2019; Kara & Quignard, 2019). The black goby is a large species growing to over 15 cm and it quite enjoys harbours and brackish waters, where it is at home in estuaries, coastal lagoons and sea lochs (Kara & Quignard, 2019). It is very territorial in nature and is locally common on all sandy sea beds, preferring the shelter of nearby reefs and seagrass meadows (Wood, 2015; Kara & Quignard, 2019) and lives in coastal marine waters up to 80 m in depth, but most often between the surface and 30 m (Kara & Quignard, 2019). Sexually mature at one or two years of age, the territorial males and juveniles are jet black and have a life span of five years (Silva & Gordo, 1997; Bouchereau & Guelorget, 1998; Kara & Quignard, 2019).

References used for the black goby comprising distribution and habitat selection, feeding ecology and behavior, genetic, environmental effects and pollution, growth and reproduction biology were cited in the introduction section by the Filiz & Toğulga (2009) and also listed in the Froese & Pauly (2019). Moreover, nomenclature, description, distribution, ecology (e.g. habitat, migration, lifespan and growth, feeding and feeding behavior), reproduction and reproductive behavior (sexuality, maturity and spawning behavior) and pollution of the black goby have been globally reviewed by Kara & Quignard, (2019). In the European coasts (e.g. Norway, Netherlands, Portugal, France, Italy), reproduction biology, age and growth of the black goby were reported by different authors (Vaas et al., 1975; Fabi & Giannetti, 1983; Nash, 1984; Arruda et al., 1993; Joyeux et al., 1991; Silva & Gordo, 1997; Bouchereau & Guelorget, 1998; Immler et al., 2004). Reproductive biology of the black goby in the Mediterranean, Gulf of Gabès, Tunisia was also studied by Hajji et al. (2013). Moreover, studies on the black goby in the coast of Turkey were carried out on their age, growth and reproduction biology in the Bay of Izmir, Aegean Sea (Özaydın et al., 2007; Kınacıgil et al., 2008; Filiz & Toğulga, 2009) and in the Sea of Marmara (Kırdar & İşmen, 2018). Feeding ecology of the black goby in the Aegean Sea was also studied by Filiz & Toğulga (2009).

Although the growth and reproductive biology of the black goby has been reported in detail in other geographical regions, surprisingly there is no published study about the biology for this species commonly found in the Black Sea. Since it has no commercial value in the Black Sea, probably, fisheries biologists did not give enough attention of its biology. In recent years, the black goby has been rarely sold at fishing stalls in the Black Sea regions (e.g. Sinop) and it has rarely been bought and consumed by

people (personal observations). However, this species has important ecologic values and it has an important role in the food chain (Filiz & Toğulga, 2009; Kara & Quignard, 2019). Namely, in the Venetian lagoon, the diet of the black goby is related to its habitat rich in seed plants and algae (Franco et al., 2006). The preferred preys are primarily crustaceans and secondarily mollusks, polychaete annelids, etc. Large individuals also consume small fish such as pupfishes, silversides, gobies (Casabianca & Kiener, 1969) in the Corsican lagoons of Diana and Urbino. The black goby individuals feed on mainly Mollusca, Crustacea, Polychaeta, Foreminifera and Teleostei in the Gulf of Izmir, Aegean Sea (Filiz & Toğulga, 2009). Moreover, it is used as a bio-indicator of pollution (Maradonna & Carnevali, 2007; Barucca et al., 2006). Therefore, the black goby is in the food chain of commercial fish with high economic value such as turbot, consumed by humans (personal observations). These increase the ecological value of the black goby.

This paper provides the first information on the black goby specifically on its seasonal growth and reproduction and also to assess the differences in these parameters in other studies.

MATERIAL AND METHOD

Study area and sampling: Samples were monthly collected using an experimental purposes beam trawl with 15 mm cod-end stretched mesh size up to 30 m water depths from December 2012 to November 2013 on the Rize province coasts of the southeastern Black Sea, Turkey (Figure 1). All samples were taken from the same locality during daylight. 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 from the General Directorate of Fisheries and Aquaculture, the Ministry of Agriculture and Forestry of Turkey. The total length (*TL*) was measured after blot drying with a piece of clean towel. All specimens were measured to the nearest 1 mm, total wet weight (*W*) and gonad weight (*W_g*) were also recorded to the nearest 0.1 g. The sex determination was conducted by macroscopic and/or microscopic examination of the gonads.

Day length (hour) data reported by Bilgin et al. (2009a) and annual sea surface temperature (SST, °C) data reported by Çakıroğlu et al. (2017), provided from Meteorological Data Information System (<https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis>), were used to determine the effect of day length and temperature on reproduction.

Growth estimation: Growth in length has been described using the von Bertalanffy (1938) growth equation, based on either observed or back calculated length at ages. The length frequency distribution analysis (LFDA) PC based

computer package (version 5.0) includes methods for estimating the parameters of both non seasonal and Hoenig seasonal versions of the von Bertalanffy growth curve for estimating growth parameters from fish LFDs (Kirkwood et al., 2003).

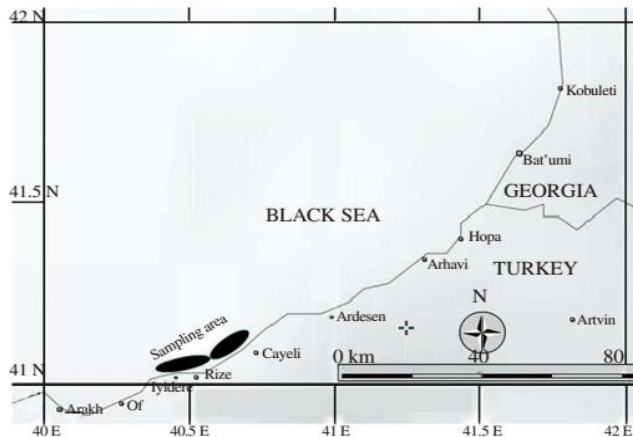


Figure 1. Beam trawl fishing operations sampling area around the Rize province in the Southeastern Black Sea, Turkey.

The classic parameterization of the standard or three parameters von Bertalanffy growth function (3P VBGF) was proposed by Beverton & Holt (1957) and is:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Seasonal growth or five parameters von Bertalanffy growth function (5P VBGF) was described using the Somers's (1988) version of the VBG equation:

$$L_t = L_{\infty} \left[1 - e^{\left[-K(t-t_0) - \left(\frac{C \cdot K}{2\pi} \right) \sin 2\pi(t-t_s) + \left(\frac{C \cdot K}{2\pi} \right) \sin 2\pi(t_0-t_s) \right]} \right]$$

where, L_t is length at age t , L_{∞} is the asymptotic length, K is the growth rate parameter, t_0 is the nominal age at which the length is zero, C is the relative amplitude ($0 \leq C \leq 1$) of the seasonal oscillations, t_s is the phase of the seasonal oscillations ($-0.5 \leq t_s \leq 0.5$) denoting the time of year corresponding to the start of the convex segment of sinusoidal oscillation.

The winter point (WP), known as the slowest growth period during the year, was calculated as:

$$WP = t_s + 0.5.$$

The goodness of fit (Rn) of the seasonal VBG curves to the data was calculated as:

$$Rn = \frac{10 \frac{ESP}{ASP}}{10}$$

where ESP is the explained sum of peaks, and ASP is the available sum of peaks.

Analysis of the seasonal length data were fitted to length frequency distributions grouped in 0.5 cm TL size classes using the ELEFAN procedure (non-seasonal and Hoenig seasonal) in the LFDA ver. 5.0 (Kirkwood et al., 2003).

Growth performance comparisons were made using the growth performance index (Φ') which is preferred rather than using L_{∞} and K individually (Pauly & Munro, 1984) and is computed as:

The growth performance index (Φ'), preferred rather than using L_{∞} and K individually, was used for comparison of growth performance (Pauly & Munro, 1984) was calculated as:

$$\Phi' = \log_{10}(K) + 2 \log_{10}(L_{\infty}).$$

Maximum life span for females and males were calculated using the empirical equation proposed by Taylor (1958) as:

The empirical equation proposed by Taylor (1958) was used for calculation of maximum life span for females and males as:

$$A_{95} = t_0 + \frac{2.996}{K}$$

where, A_{95} is the life span as the time required to attain 95% of L_{∞} , calculated from the Hoenig seasonal VBG equation.

Spawning period: The spawning period was graphically determined for both sexes by the monthly variation of the mean values of the gonadosomatic index (GSI) as:

$$GSI = \frac{W_g}{W} \times 100$$

where, W_g is gonad weight (g), W is total black goby weight (g).

Size at sexual maturity (L_m): The size at sexual maturity (or the length at which 50% of a population become sexually mature for the first time) for black goby was calculated from the following empirical equation suggested for Ray-finned fish by Binohlan & Froese (2009):

$$\log L_m = -0.1189 + 0.9157 * \log(L_{\max}),$$

where, L_{\max} is the observed maximum total length.

RESULTS

Population structure: A total of 568 (233 female and 335 male) specimens were sampled. The total length ranged between 2.2 and 12.1 cm (mean 5.7 ± 0.1 cm, 95% conf.: 5.4-6.0 cm) for females and 2.1 and 14.6 cm (mean 5.9 ± 0.1 cm, 95% conf.: 5.7-6.2 cm) for males (Figure 2). The difference between the mean total lengths is statistically insignificant ($P = 0.324$). Length frequency distribution (LFD) between sexes were not significantly different (Kolmogorov-Smirnov two-sample test; $d = 0.672$, $P = 0.550$). The mean TL and also LFD were not significantly different between sexes ($P > 0.05$). Therefore, the Hoenig seasonal and non-seasonal VBG parameters were estimated for combined sex and are shown in Table 1.

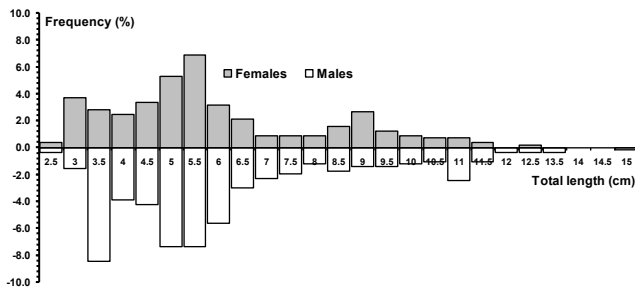


Figure 2. Length frequency distribution of females and males for *Gobius niger* around Rize province in the Southeastern Black Sea.

Table 1. The Hoenig seasonal and non-seasonal von Bertalanffy growth curve parameters estimated from the ELEFAN model and maximum life span for *Gobius niger*.

Parameters	ELEFAN Based Growth Model	
	Hoinig Seasonal	Non-Seasonal
L_{∞} (cm)	11.9	12.1
K (year ⁻¹)	0.701	0.680
t_0 (year)	-0.399	-0.540
t_S	-0.008	-
WP	0.492 (June)	-
C	0.633	-
Rn	0.525	0.409
Φ'	1.997	2.001
A_{95} (year)	3.9	3.9

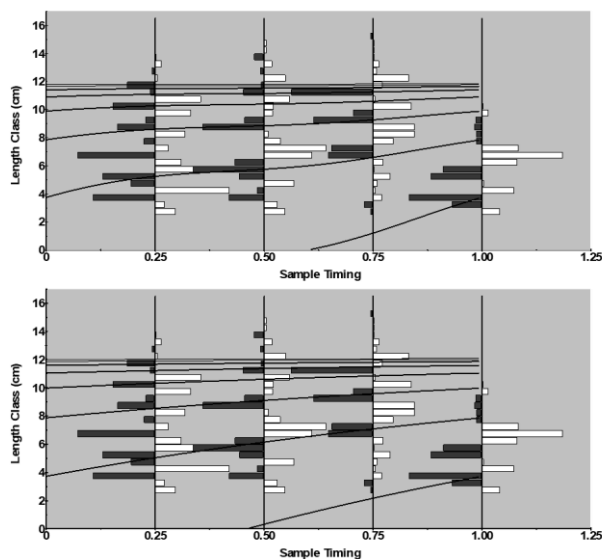


Figure 3. Length frequency distribution of *Gobius niger* with the Hoenig seasonal (A) and non-seasonal (B) von Bertalanffy growth curves (lines).

Growth curve parameters: Asymptotic total length and growth coefficient parameters were calculated as almost similar values for both seasonal (L_{∞} = 11.9 cm TL, K = 0.701 year⁻¹) and non-seasonal (L_{∞} = 12.1 cm TL, K = 0.680 year⁻¹) version of growth curve. The seasonal oscillations in growth was calculated as C = 0.510 and the start of the slowest growth period was estimated in June (WP = 0.492) (Figure 4). The Rn value of the non-seasonal growth curve improved 28.36% (Figure 3) when the seasonal growth curve was fitted, indicating that, at last for our data, black goby exhibits seasonal growth pattern. Growth performance indices (Φ') derived from seasonal (1.997) and non-seasonal (2.001) VBG parameters were fairly similar (Table 1). Maximum life span was also estimated as 3.9 years for both seasonal and non-seasonal version of the VBG curve parameters.

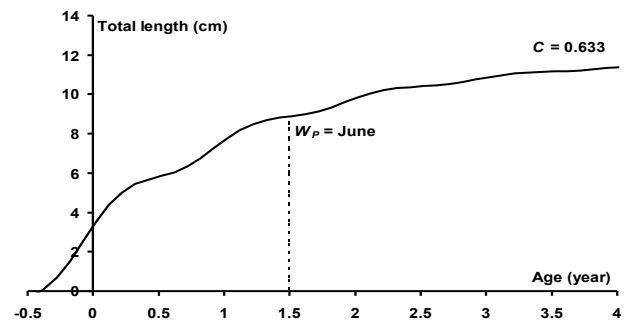


Figure 4. Winter point (Wp) of the Hoenig seasonal von Bertalanffy growth curves for *Gobius niger* in the Southeastern Black Sea.

Spawning period: The GSI ranged between 0.60 in December 2012 and 8.57 in April 2013 (mean = 3.82 ± 0.82 , 95% conf.: 2.05-5.58) for females and 0.61 in October 2013 and 2.90 in May 2013 (mean = 1.70 ± 0.26 , 95% conf.: 1.13-2.27) for males. The differences between the mean GSI values of females and males were significantly different (P = 0.0198). Female GSI values increased gradually from December to April and decreased gradually from April to August. Male GSI values increased from December to February and remain similar up to June (Figure 5b, c). These monthly variations of GSI values indicating that, at least for our data, the intensive spawning probably occurred between April and August. During these five months in spawning time, the mean GSI values of females (6.037 ± 1.177) was about 2.91 times higher than the mean GSI values of males (2.079 ± 0.423) (P = 0.0133).

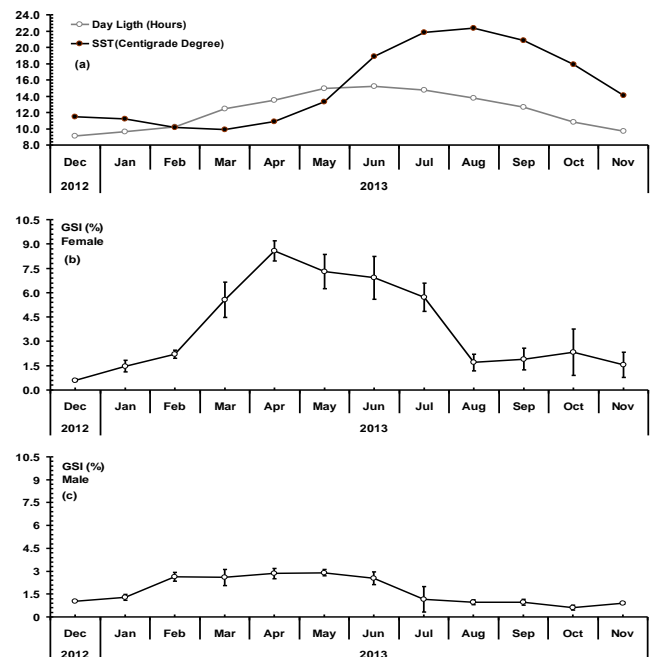


Figure 5. Monthly variations in day light (hours), Sea Surface Temperature (SST) (a) and in the Gonadosomatic index (GSI) values of females (b) and males (c) for *Gobius niger*, between December 2012 and November 2013 around Rize province in the southeastern Black Sea. Vertical lines indicate standard error (SE).

Day light, which was 13.5 hours in April, regularly increases to reach the peak value in June (15.2 hours) and then continues to decrease regularly and reaches 12.6 hours in September. The sea surface temperature, which was 10.9°C in April, reaches its peak value (22.3°C) in August and then continues to decrease regularly and reaches to the lowest value in November (9.7°C) (Figure 5a). When both water temperature and day light functions are considered together, it is clearly understood that the monthly variations of GSI values for both sexes are similar to day light variation rather than sea surface temperature functions. In other words, reproduction period is more related to day light rather than sea surface temperature (Figure 5a, b, c).

Size at sexual maturity (L_m): The L_m was estimated from the empirical relationships between observed maximum total length and size at maturity. Thus, L_m was estimated as 8.9 cm TL for both females and males.

DISCUSSION

Size and lifespan: The maximum total length of the black goby was reported as 14.3 cm (4 years) for females and 16.5 cm (5 years) for males in the Adriatic Sea, north of Ancona, Italy (Fabi & Giannetti, 1985), 14.0 cm (4 years) for females and 15.2 cm (5 years) for males in the Aegean Sea, Izmir Bay, Turkey (Filiz & Toğulga, 2009), 14.4 cm (4 years) for females and 16.1 cm (4 years) for males in the Marmara Sea, Turkey (Kırdar & İşmen, 2018). In the Black Sea, around the Rize province, females obtained as 12.1 cm and males 14.6 cm (4 years) (Table 2). As can be understood from these explanations, in the different geographical regions, male black goby individuals live one year more than females and reach greater maximum length values as in the Black Sea. In this study, the average length values of the both sexes in the ages were not calculated. These calculations for Black Sea goby stocks need to be supported by future otolith-based growth studies. On the other hand, these differences between males and female's lifespan have been explained since females aged 2⁺ have already spent too much energy during the reproduction activity, thus females are exposed to more biological stress than males and consequently only a few can survive their the 3rd and/or 4th year of life (Joyeux et al., 1991; Silva & Gordo, 1997). This situation can be interpreted as the females are exposed to more natural mortality rates (M) than males ($M_{\text{females}} > M_{\text{males}}$), especially after the breeding season. However, the effect of biological stress (e.g. L_m , spawning duration and frequency) on mortality of this bio-indicator of environmental quality species (Maradonna & Carnevali, 2007; Barucca et al., 2006) should be studied in more detail by participating in hydro-climatic conditions such as temperature, salinity, turbidity, etc.

Seasonal growth: In the Black Sea, together with seasonal water temperature changes and food condition, especially investments of energy in reproduction activity of the fish are the some of the major factors causing seasonality in growth (Bilgin et al., 2012, 2013). Therefore, both the Hoenig seasonal and non-seasonal von Bertalanffy growth models were applied for the black goby to obtain reliable and suitable growth parameters. The growth rates of black goby in the Black Sea are slightly high or similar when compared with other populations except for North Sea, Norway (higher latitude: 59°N) (Table 2). The observed growth rates ($K > 0.68$) indicate that examined species achieve asymptotic size quickly, even faster some of the other populations with different latitudes, such as Atlantic (38°N), North Sea (59°N), Adriatic Sea (43°N), Aegean Sea (38°N) and Sea of Marmara (40°N) (Table 2). The higher growth rate for black goby was reported in the Ria de Aveiro Lagoon, Portugal than higher latitudes (Arruda et al., 1993). These differences among studies may have resulted from the difference between biotic (e.g. intraspecific competition, prey, predator, etc.) and abiotic factors (e.g. temperature, salinity, turbidity, etc.) (Kovačić & Patzner, 2012; Kara & Quignard, 2019).

To the best of our knowledge this is the first study to calculate the Hoenig seasonal growth curve parameters by using ELEFAN, to length-frequency data for the black goby. When there is a seasonal growth pattern for gobies belonging to the same family in a geographical region, the estimations of L_∞ and K may differ significantly between both the seasonal and non-seasonal models. In the present study, the non-seasonal VBG model provided mathematically and biologically realistic results. However, when seasonality was included (with the Hoenig model), more reliable values ($Rn = 0.525$) were obtained, which confirmed the seasonality in the growth of the black goby. The Rn and C values with visual growth curves (Figure 3, 4) evidenced that this species exhibited marked seasonality in growth. Similar seasonal growth pattern was also reported for different fish species such as Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) (Bilgin et al., 2013) and Whiting, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) (Bilgin et al., 2012) in the Black Sea. Since there is no information in the literature reporting the parameters showing seasonality in growth of the black goby, we were unable to compare our findings with others. However, the major factors that cause seasonality in the growth of marine organisms belong to different taxa were reported to be *i*) photoperiod, *ii*) variation in water temperature and salinity fluctuating over the year, *iii*) seasonal change in nutrient quality/availability, *iv*) energy input into reproduction during the breeding season *v*) intraspecific competition (Arruda et al., 1993; Bilgin, Özen & Samsun, 2009a; Bilgin, Samsun & Özen 2009b; Olaya-Restrepo, Erzini & González-Wangüemert, 2018). All these

could be considered as the factors forcing seasonality in growth of the black goby (Figure 3, 4) in the Black Sea. The period of slowest growth ($WP = 0.492$) for the black goby corresponded to June when the high reproduction activity occurs. Since the growth rate of fish depends on the food availability and temperature and also reproduction events,

the slow growth of the black goby in June most likely could be due to the result of the investment of energy in reproduction inhibits growth. But, the effects of these factors on seasonal growth should be detail examined in future studies.

Table 2. Comparison of the VBG curve parameters (L_{∞} , K , t_0), maximum length (L_{max} , cm), maximum life span (t_{max} , year), size at sexual maturity (L_m , cm) and WLRs parameter (b) for *Gobius niger* obtained in different areas. L_{∞} , asymptotic total length (cm); K , growth coefficient ($year^{-1}$); t_0 , age at zero length; Φ' , growth performance index; M, males; F, females; C, combined (males+females). #: calculated from $\Phi' = \log_{10}(K) + 2\log_{10}(L_{\infty})$. •: L_m calculated from $\log L_m = -0.1189 + 0.9157 \times \log(L_{max})$ empirical equation (Binohlan & Froese, 2009).

Study areas	Latitude	Sex	Parameters								References
			L_{∞}	K	t_0	Φ'	L_{max}	t_{max}	L_m^{\bullet}	b	
North Sea, Norway	59°N	M	9.8	0.40		1.58		5			Nash, (1984)
		F	9.1	0.48		1.60		5			
Adriatic Sea, Italy	43°N	M	18.5	0.30	-1.69	2.01	16.5	5	9.9		Fabi & Giannetti, (1985)
		F	16.9	0.20	-2.57	1.74	14.3	4	8.7		
		C								3.14	
Atlantic, Portugal	38°N	C	16.7	0.34	-1.91	1.97	15.0	3	9.1	3.26	Silva & Gordo (1997)
Aegean Sea, Turkey	38°N	C	14.6	0.46	-1.54	1.99		3		2.91	Özaydın et al., (2007)
Aegean Sea, Turkey	38°N	C	16.8	0.39	-0.04	2.04				3.26	Kınacıgil et al., (2008)
Aegean Sea, Turkey	38°N	C	17.6	0.26	-2.17	1.91	15.2	5	9.2	2.86	Filiz & Toğulga, (2009)
Marmara Sea, Turkey	40°N	M	16.7	0.30	-2.21	1.92	15.2	5	9.2	2.82	Kırdar & İşmen, (2018)
		F	14.8	0.32	-1.46	1.85	14.0	4	8.5	2.74	
		C	15.3	0.36	-1.77	1.93	14.2	4	8.6	3.08	
		M	14.7	0.45	-1.39	1.98	16.1	4	9.7	3.34	
Black Sea, Turkey	41°N	F	14.9	0.35	-1.97	1.89	14.4	4	8.7	3.04	Present study, the Hoenig Present study, non-seasonal
		C	11.9	0.70	-0.40	2.00	14.6	4	8.9	3.54	
		C	12.1	0.68	-0.54	2.00	14.6	4	8.9	3.54	
		M					14.6		8.9	3.51	
		F						12.1	7.5	3.57	

Table 3. Comparison of the spawning periods for *Gobius niger* in different areas. ■ indicating reproduction period.

Spawning months												Latitude	Study area	References
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
			■	■	■	■	■					59°N	North Sea, Oslofjorden, Norway	Nash (1984)
			■	■	■	■	■					51°N	North Sea, Veerse Meer, Netherlands	Vaas et al. (1975)
			■	■	■	■	■					40°N	Atlantic, Aveiro Lagoon, Portugal	Arruda et al. (1993)
			■	■	■	■	■					38°N	Atlantic, Portugal	Silva & Gordo (1997)
		■	■	■	■	■	■	■	■			43°N	Mediterranean, Mauguio Lagoon, France	Joyeux et al. (1991)
		■	■	■	■	■	■	■	■			34°N	Mediterranean, gulf of Gabès, Tunisia	Hajji et al. (2013)
		■	■	■	■	■	■	■	■			43°N	Adriatic Sea, north of Ancona, Italy	Fabi & Giannetti (1983)
		■	■	■	■	■	■	■	■			45°N	Adriatic Sea, Venetian Lagoon, Italy	Immler et al. (2004)
		■	■	■	■	■	■	■	■			38°N	Aegean Sea, Izmir Bay, Turkey	Özaydın et al. (2007)
		■	■	■	■	■	■	■	■			38°N	Aegean Sea, Izmir Bay, Turkey	Kınacıgil (2008)
		■	■	■	■	■	■	■	■			38°N	Aegean Sea, Izmir Bay, Turkey	Filiz & Toğulga (2009)
		■	■	■	■	■	■	■	■			40°N	Marmara Sea, All coasts, Turkey	Kırdar & İşmen (2018)
		■	■	■	■	■	■	■	■			41°N	Black Sea, Rize coast, Turkey	Present study

Spawning period and size at sexual maturity

The reported spawning periods for the black goby from different geographical areas and latitudes is shown in Table 3. Our results showed spawning period of the black goby lasted at least for five months in the Black Sea population (latitude: 41°N), and this is in accordance with the Fabi & Giannetti, (1983)'s results in the Adriatic Sea, north of Ancona, Italy (latitude: 45°N). Furthermore, we realized that the variations of GSI values for both sexes of black goby coincide with the increase and decrease of daylight (Figure 5a, b, c). This result showed that the reproductive activity in the study area was related to daylight rather than temperature. Although spawning varies by region, it generally starts with spring and gains intensity in summer and ends in the first month of autumn

(September) (Table 3). However, spawning activities continue from 3 months in the North Sea, Oslofjorden, Norway at higher latitude (59°N) (Nash, 1984) to 8 months in the Aegean Sea, Izmir Bay, Turkey at lower latitude (38°N) (Filiz & Toğulga, 2009) (Table 3), depending on the regions and/or latitudes. According to Vaas et al., (1975) spawning begins when the temperature reaches 12°C in the North Sea, Veerse Meer, southern west Netherlands (latitude: 51°N). The period was much shorter (about three months) in higher latitudes, in the North Sea coast of Norway (Nash, 1984), suggesting that the spawning period extent of the black goby was mainly determined by day light length and water temperature. However, reproduction cycle of the black goby is also affected by food condition (Kara & Quignard, 2019).

It has been reported that male individuals show different reproductive behavior characteristics (Mazzoldi & Rasotto, 2002). In the Venetian lagoon, three types of males (large, small and intermediate) were defined according to their reproductive behavior. Namely, large males (> 9 cm TL) are nest-makers, aged 2 years or older. Small males (6-8 cm TL) are not nest-makers and gravitate around the nests of large males. Intermediate males behave either like sneakers or like nesting males, depending on the availability of nests and the level of competition between males (Mazzoldi & Rasotto, 2002). In addition to these, male reproductive behaviors were not examined in this study, and it is important to examine the reproductive behavior of male individuals in future studies in the Black Sea region.

Geographic variations may affect the size of sexual maturity within a species (Kovačić & Patzner, 2012; Kara & Quignard, 2019). The size of sexual maturity (L_m) was estimated as 8.9 cm TL for the black goby in this study. In other black goby populations, both smaller and larger in size than our study, L_m was estimated as 4.3 cm TL in males and 5.4 cm in females (about 7 to 12-13 months) in the Manguio lagoon, France (Joyeux et al., 1991), as 6.0 cm TL (0^+ age) in the Ria de Aveiro lagoon, Portugal (Arruda et al., 1993), as 7.8 TL cm about 0.86 years for females in the Izmir Bay, Turkey (Filiz & Toğulga, 2009) and 9.4 cm TL at one year in the Marmara Sea, Turkey (Kırdar & İşmen, 2018). In the Gulf of Gabès (Tunisia, Mediterranean), L_m was estimated as 10.1 cm TL in males and 9.7 cm in females (Hajji et al., 2013).

In conclusion, the presently reported study provides the first information on the seasonal growth, spawning period and size at maturity for the black goby in the Black Sea. The seasonal growth was more pronounced in the black goby, probably due to reproduction activity which extended investment of energy in reproduction causing slower growth of individuals. Reproduction period of the black goby in the Black Sea population was longer than the population in the Oslofjorden, Norway and in the Veerse Meer, Netherlands in the North Sea (Nash, 1984; Vaas et al., 1975) and in the Aveiro Lagoon, Portugal in the Atlantic (Arruda et al., 1993). The gonad development was initiated by photoperiod; whereas the duration of the breeding season was determined by water temperature depends on latitude levels. The results of this study were offered as biological input parameters regarded as a reference for the conservation and management of the Black Sea stocks of the black goby.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank to Ozay Köse, Burak Taşçı, Yusuf Ceylan and Ahmet Kalkavan for their help in the field

work. We would also like to thank Ertuğrul Ağırbaş who provided the annual sea surface temperatures (SST) of the study area and thanks to 2 anonymous reviewers for improving the paper. This study was conducted in accordance with ethics committee procedures of animal experiments. This work was supported by Recep Tayyip Erdoğan University, Scientific Research Project Office (grant number 2010.103.03.1).

REFERENCES

- Arruda, L., Azevedo, M.J.N. & Neto, A.I. (1993).** Abundance, age-structure and growth and reproduction of gobies (Pisces; Gobiidae) in the Ria de Aveiro Lagoon (Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **37**, 509-523. DOI: [10.1006/ecss.1993.1070](https://doi.org/10.1006/ecss.1993.1070).
- Barucca, M., Canapa, A., Olmo, E. & Regoli, F. (2006).** Analysis of vitellogenin gene induction as valuable biomarker of estrogenic exposure in various Mediterranean fish species. *Environmental Research*, **101**, 68-73. DOI: [10.1016/j.envres.2005.07.002](https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.07.002).
- Beverton, R.J.H. & Holt, S.J. (1957).** *On the dynamics of exploited fish populations*. Hmsco, London, UK, 533 p.
- Bilgin, S., Özen, Ö. & Samsun, O. (2009a).** Sexual seasonal growth variation and reproduction biology of the rock pool prawn, *Palaemon elegans* (Decapoda: Palaemonidae) in the southern Black Sea. *Scientia Marina*, **73**, 239-247. DOI: [10.3989/scimar.2009.73n2239](https://doi.org/10.3989/scimar.2009.73n2239).
- Bilgin, S., Samsun, O. & Özen, Ö. (2009b).** Seasonal growth and reproduction biology of the Baltic prawn, *Palaemon adspersus* (Decapoda: Palaemonidae), in the southern Black Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **89**, 509-519. DOI: [10.1017/S0025315408003056](https://doi.org/10.1017/S0025315408003056).
- Bilgin, S., Bal, H. & Taşçı, B. (2012).** Length based growth estimates and reproduction biology of whiting, *Merlangius merlangus euxinus* (Nordman, 1840) in the southeast Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **12**, 871-881. DOI: [10.4194/1303-2712-v12_4_15](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_4_15).
- Bilgin, S., Taşçı, B. & Bal, H. (2013).** Sexual seasonal growth of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) caught by mid-water trawl and purse seine in the southern Black Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **93**, 333-339. DOI: [10.1017/S0025315412000732](https://doi.org/10.1017/S0025315412000732).

- Binohlan, C. & Froese, R. (2009).** Empirical equations for estimating maximum length from length at first maturity. *Journal of Applied Ichthyology*, **25**, 611-613. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2009.01317.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01317.x).
- Bouchereau, J.L. & Guelorget, O. (1998).** Comparison of three gobiidae (teleostei) life history strategies over their geographical range. *Oceanologica Acta*, **21**, 503-517. DOI: [10.1016/S0399-1784\(98\)80034-0](https://doi.org/10.1016/S0399-1784(98)80034-0).
- Casabianca, M.L. & Kiener, A. (1969).** Gobiidés des étangs corses. Systématique, écologie, régime alimentaire et position dans les chaînes trophiques. *Vie et Milieu A* **20**, 611-634.
- Çakıroğlu, A.M., N.K. Cevher & Ağırbaş, E. (2017).** The meteorological investigation of Turkish coasts of the Black Sea. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **2**, 53-58.
- Fabi, G. & Giannetti, G. (1985).** Growth parameters of the black goby (*Gobius niger* L.) in the Adriatic Sea, based on otolith readings. *Rapports Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, **29**, 87-90.
- Filiz, H. & Toğulga, M. (2009).** Age and growth, reproduction and diet of the black goby, (*Gobius niger*) from Aegean sea, Turkey. *Journal of Fisheries sciences.com*, **3**, 243-265.
- Franco, A., Riccato, F., Malavasi, S., Franzoi, P. & Torricelli, P. (2006).** Food resource utilization by gobies (Pisces, Teleostei) in the shallows of the Venice lagoon. *Biologia Marina Mediterranea*, **13**, 866-868.
- Froese, R. & Pauly, D. (2019).** FishBase. World Wide Web electronic publication. Available at <http://www.fishbase.org>. Version (12/2019) (Accessed online 12 June 2019).
- Hajji, F., Ouannes-Ghorbel, A., Ghorbel, M. & Arboui, O.J. (2013).** Reproductive biology of the black goby, *Gobius niger* (Teleostei: Gobiidae), in the Gulf of Gabès (Tunisia, Central Mediterranean). *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, **93**, 1685-1693. DOI: [10.1017/S0025315412001981](https://doi.org/10.1017/S0025315412001981).
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001).** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaentologia Electronica*, **4**, 1-9.
- Immler, S., Mazzoldi, C. & Rasotto, M.B. (2004).** From sneaker to parental male: change of reproductive traits in the black goby, *Gobius niger* (Teleostei, Gobiidae). *Journal of Experimental Zoology*, **301**, 177-185. DOI: [10.1002/jez.a.20019](https://doi.org/10.1002/jez.a.20019).
- Joyeux, J.C., Bouchereau, J.L. & Tomasini, J.A. (1991).** La reproduction de *Gobius niger* (Pisces, Gobiidae) dans lagune de Mauguio France: rapports gonosomatiques, fécondités, ponte, oeufs et larves. *Vie et Millieu*, **41**, 97-106.
- Kara, M.H. & Quignard, J-P. (2019).** *Fishes in lagoons and estuaries in the Mediterranean 2, sedentary fish*. Wiley, London, UK, 396p.
- Kınacıgil, H.T., İlkyaz, A.T., Metin, G., Ulaş, A., Soykan, O., Akyol, O. & Gurbet, R. (2008).** Determination of size at sexual maturity, ages and growth parameters of Aegean Sea demersal fish stocks in terms of fisheries management. The scientific and technological research council of Turkey (TUBITAK), Ankara, no 103Y132, 327 pp.
- Kırdar, F. & İşmen, A. (2018).** Some population parameters of black goby (*Gobius niger* Linnaeus, 1758) in the Sea of Marmara. *Comu Journal of Marine Science and Fisheries*, **1**, 7-12.
- Kirkwood, G.P., Aukland, R. & Zara, S.J. (2003).** *Software: Length Frequency Distribution Analysis (LFDA) Version 5.0*. London: Marine Resources Assessment Group (MRAG) Ltd. Press.
- Kovačić, M. & Patzner, R.A. (2012).** North-Eastern Atlantic and Mediterranean gobies. In Patzner R.A., Tassell J.M, Kovacic M. and Kapoor B.G (eds) *The Biology of Gobies*. New York, CRC Press, pp. 177-206.
- 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.
- Maradonna, F. & Carnevali, O. (2007).** Vitellogenin, zonaradiata protein, cathepsin D and heat shock protein 70 as bio markers of exposure to xenobiotics. *Biomarkers*, **12**, 240-255. DOI: [10.1080/13547500601070859](https://doi.org/10.1080/13547500601070859).
- Mazzoldi, C. & Rasotto, M.B. (2002).** Alternative male mating tactics in *Gobius niger*, *Journal of Fish Biology*, **61**, 157-172. DOI: [10.1111/j.1095-8649.2002.tb01743.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb01743.x)
- Nash, R.D.M. (1984).** Aspects of biology of the black goby, *Gobius niger* L., in: Oslofjorden, Norway. *Sarsia*, **69**, 55-61.
- Olaya-Restrepo, J., Erzini, K. & González-Wangüemert, M. (2018).** Estimation of growth parameters for the exploited sea cucumber *Holothuria arguinensis* from South Portugal. *Fishery Bulletin*, **116**, 1-8. DOI: [10.7755/FB.116.1.1](https://doi.org/10.7755/FB.116.1.1).
- Özaydın, O., Taşkavak, E. & Akalın, S. (2007).** Growth and reproduction of the black goby, (*Gobius niger* Linnaeus, 1758), in the locality Tuzla-iskele of

- Izmir Bay. *Turkish Journal of Aquatic Life*, **1**, 411.
- Pauly, D. (1984).** *Fish population dynamics in tropical water: a manual for use with programmable calculators.* Makati, Metro Manila: The International Center for Living Aquatic Resources Management Press. Manila, Philippines, 325p.
- Pauly, D. & Munro, J.L. (1984).** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte* **2**, 21.
- Silva, M.N. & Gordo, L.S. (1997).** Age, growth and reproduction of the black goby, *Gobius niger*, from Obidos Lagoon, Portugal. *Cahiers de Biologie Marine* **38**, 175-180.
- Snedecor, G.W. & Cochran, W.G. (1989).** *Statistical methods, 8th ed.*, Iowa State University Press, Ames, USA, 503p.
- Somers, I.F. (1988).** On a seasonally oscillating growth function. *Fishbyte* **6**, 8-11.
- Taylor, C.C. (1958).** Cod growth and temperature. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, **23**, 366-370.
- Vaas, K.F., Vlasbom, A.G. & Koeijer, P. (1975).** Studies on the black goby (*Gobies niger*, Gobiidae, Pisces) in the Verse Meer, SW Netherlands. *Netherlands Journal of Sea Research*, **9**, 56-68.
- von Bertalanffy, L. (1938).** A quantitative theory of organic growth (Inquires on growth laws II). *Human Biology*, **10**, 181-213.
- Wood, L. (2015).** *Sea Fishes of the Mediterranean Sea including marine invertebrates.* 2nd ed., Bloomsbury, London, UK, 128p.



Molecular Characterization of Some Saprophyte *Agrobacterium* Strains Isolated from Root Nodules of *Cicer arietinum* L. Cultivated in Central Anatolia Region of Turkey

Cem Tolga GÜRKANLI

Department of Fisheries Technology Engineering, Fatsa Faculty of Marine Sciences, Ordu University, 52400, Fatsa, Ordu/Turkey.

Geliş/Received: 29.05.2020

Kabul/Accepted: 24.09.2020

How to cite: Gürkanlı, C.T. (2020). Molecular Characterization of Some Saprophyte *Agrobacterium* Strains Isolated from Root Nodules of *Cicer arietinum* L. Cultivated in Central Anatolia Region of Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 475-483.

Atf yapmak için: Gürkanlı, C.T. (2020). Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesinde Yetiştirilen *Cicer arietinum* L.'nin Kök Nodüllerinden İzole Edilmiş Bazı Saprofit *Agrobacterium* Suşlarının Moleküler Karakterizasyonu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 475-483.

*[ORCID](https://orcid.org/0000-0001-8378-7109): <https://orcid.org/0000-0001-8378-7109>

***Corresponding author's:**

Cem Tolga GÜRKANLI
Department of Fisheries Technology
Engineering, Fatsa Faculty of Marine Sciences,
Ordu University, 52400, Fatsa, Ordu/Turkey.
✉: cgurkanli44@gmail.com
Mobile telephone : +90 (533) 551 63 78
Telephone : +90 (452) 423 50 53 / 4703
Fax : +90 (452) 423 99 53

Abstract: In the present study, twelve plant-associated bacteria which isolated from root nodules of *C. arietinum* L. collected from Central-Anatolia region of Turkey were identified with current molecular techniques. None of the isolates produced root nodules or showed pathogenic effects (gall or hairy root) on the original host as the result of authentication and pathogenicity tests, respectively. These results have suggested that all these isolates are root endophytic bacteria. Additionally, PCR amplifications for *nodD* and *virA* genes did not reveal any bands. These results showed that these isolates have not to harbour symbiotic (*pSym*) or pathogenicity (*Ti*: Tumour inducing or *Ri*: Root inducing) plasmids which are necessary for nodulation and virulence, respectively. TP-RAPD analysis revealed three patterns indicating three genetically distinct groups within the isolate collection. From each pattern, one representative isolate was selected for further molecular analyses. Phylogenetic analyses depending on nucleotide sequences of 16S rDNA and *recA* genes assigned representative isolates of Pattern-A (*n*: 4) and Pattern-B (*n*: 6) as *A. radiobacter*. On the other hand, the representative isolate of Pattern-C (*n*: 2) appeared as related to *A. nepotum*. As a result, this study presents the first phylogenetically identified root-endophytic *Agrobacterium radiobacter* and *A. nepotum* isolates from root nodules of *C. arietinum* L. grown in Central Anatolia part of Turkey. Additionally, the first molecular data of *A. radiobacter* for Turkey also presented.

Keywords: *Agrobacterium*, Chickpeas, Nodulation, Phylogeny, Virulence.

Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesinde Yetiştirilen *Cicer arietinum* L.'nin Kök Nodüllerinden İzole Edilmiş Bazı Saprofit *Agrobacterium* Suşlarının Moleküler Karakterizasyonu

Öz: Bu çalışmada Türkiye'nin İç Anadolu bölgesinden toplanan *C. arietinum* L. bitkisinin kök nodüllerinden izole edilmiş on iki bitki ilişkili bakteri moleküler teknikler kullanılarak teşhis edilmiştir. Bu izolatların hiç birisi otantikasyon ve patojenite testlerinin sonucunda orijinal konak üzerinde nodül oluşturmamış veya patojenik etki (gall oluşumu veya saçak kök oluşumu) göstermemiştir. Bu sonuçlar bütün bu izolatların kök endofitik bakteriler olduğunu ortaya koymuştur. Ek olarak *nodD* ve *virA* genleri için yapılan PCR amplifikasyonları herhangi bir bant ortaya koymamıştır. Bu sonuçlar bu izolatların nodülasyon veya virülans için gerekli olan sırasıyla simbiyotik (*pSym*) veya patojenite (*Ti*: Tümör oluşturan veya *Ri*: Saçak kök oluşturan) plazmitlerini taşımadıklarını göstermiştir. TP-RAPD analizi izolat koleksiyonu içerisinde genetik olarak ayrı üç gruba işaret eden üç şablon ortaya koymuştur. İleri moleküler analizler için her şablondan bir temsilci izolat seçilmiştir. 16S rDNA ve *recA* genlerinin nükleotid dizilerine dayalı filogenetik analizler Şablon-A (*n*: 4) ve Şablon-B'nin (*n*: 6) temsilci izolatlarını *Agrobacterium radiobacter* türü ile ilişkilendirmiştir. Diğer taraftan, Şablon-C'nin (*n*: 2) temsilci izolatı *A. nepotum* olarak ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak bu çalışma Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesinde yetiştirilen *C. arietinum* L.'nin kök nodüllerinden filogenetik olarak tanımlanmış ilk kök endofitik *Agrobacterium radiobacter* and *A. nepotum* izolatlarını sunmaktadır. Ek olarak, *A. radiobacter* için Türkiye'den ilk moleküler verileri de sunmaktadır.

***Sorumlu yazar:**

Cem Tolga GÜRKANLI
Su Ürünleri Teknolojisi Mühendisliği Bölümü,
Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu
Üniversitesi, 52400, Fatsa, Ordu / Türkiye.
✉: cgurkanli44@gmail.com
Mobil telefon : +90 (533) 551 63 78
Telefon : +90 (452) 423 50 53 / 4703
Fax : +90 452 423 99 53

Anahtar kelimeler: *Agrobacterium*, Filogeni, Nodülasyon, Nohut, Virülans.

INTRODUCTION

The genus *Agrobacterium* (Class: *Alphaproteobacteria*, Order: *Rhizobiales*, Family: *Rhizobiaceae*) has comprised of gram negative soil borne bacteria with various life strategies including saprophytism, parasitism (causes crown gall or hairy root diseases) and mutualism (induces root nodules on legume plants) (Zahradnik et al., 2018). Since it was first proposed by Conn, (1942) many changes have been taken place in *Agrobacterium* systematics both in generic and species levels. Till the end of 20th century, *Agrobacterium* strains were classified within species *A. radiobacter*, *A. tumefaciens*, *A. rhizogenes*, *A. rubi* and *A. vitis*. In the last twenty years, as the result of investigations of new strains obtained from different hosts and locations many other species and genomic species (e.g. *A. larrymoorei*, *A. albertimagni*, *A. arsenijevecii*, *A. deltaense*, *A. salinitolerans*, *A. rosae* and *A. bohemicum*) have been added to the genus (Bouzar et al., 1995; Salmassi et al., 2002; Kuzmanovic et al., 2015a; Yan et al., 2017a; Yan et al., 2017b; Kuzmanovic et al., 2018; Zahradnik et al., 2018). Additionally according to new molecular phylogenetic findings, some species were transferred to the genus *Agrobacterium* from other genera within the *Rhizobiaceae* family (*A. pusense*, *A. nepotum* and *A. skierniewicense*), likewise transfers from *Agrobacterium* to the other genera (*Rhizobium rhizogenes* and *Allorhizobium vitis*) were also occurred (Panday et al., 2011; Pulawska et al., 2012a; Pulawska et al., 2012b; Mousavi et al., 2015). Currently, there are 14 binomial species within the genus *Agrobacterium* in addition to several genomic species (Genomovars) which are not formally named yet (Flores-Felix et al., 2020).

Chickpeas (*Cicer arietinum* L.), the host plant investigated in the study, is the second most cultivated pulse crop in the World and it is in the first rank in Turkey (FAOSTAT 2016; Gülümser, 2016). Although some strains of *Agrobacterium* causes crown gall or hairy root diseases on many host plants, there have been no records for the Chickpeas so far. One *Agrobacterium* species, *A. pusense*, isolated and identified from rhizosphere of chickpea but there is no data for its pathogenicity capability on the host (Panday et al., 2011). Contrarily, some strains of the genus *Agrobacterium* have been reported as root-nodulating symbionts of chickpeas from several countries like Tunisia and Iran (Saidi et al., 2011; Rouhrazi & Khodakaramian, 2015). Additionally, some root endophytic *Agrobacterium* isolates, which are not able to produce root nodules when reinoculated to the original host, were reported from root nodules of *C. arietinum* L. (Romdhane et al., 2009). Despite their ecological and economical importance, there are few studies on *Agrobacterium* in Turkey when compared to the World. Most of these studies are about some *in-vivo*

applications to determine the susceptibilities of various crops including chickpeas, against pathogenic *Agrobacterium* strains (mostly foreign strains). Additionally, studies on biotechnological applications like *Agrobacterium*-mediated transformation of economically important plants, including chickpeas, are also common (Karakaya & Özcan, 2000; Akbulut et al., 2008). On the other hand, there are only a couple of studies on the species diversity of *Agrobacterium* and the diseases they caused, in Turkey. Argun et al., (2002) characterized some *Agrobacterium vitis* (currently *Allorhizobium vitis*) samples collected from grape cultivars in the Central Anatolia region of Turkey using some PCR based molecular techniques (ITS RFLP) besides biochemical features. Aysan & Sahin, (2003) reported a crown gall diseases to outbreak caused by *A. tumefaciens* on rose, from the Mediterranean part of Turkey. But species identifications in this study have solely depending on morphology and that is why they are doubtful. In the same year, another *A. tumefaciens* mediated crown gall disease was reported from the same part of Turkey but from apricot. Again bacterial identifications were carried out according to the morphological and biochemical features (Aysan et al., 2003). Recently some 16S rDNA sequences belonging to *A. nepotum* which isolated from root nodules of *C. arietinum* L. in Turkey were submitted to GenBank, but there is no publication available concerning these sequences. Thus, there is a great information gap about the diversity of *Agrobacterium* species in Turkey.

The goal of this study is to characterize some *Agrobacterium* isolates obtained from root nodules of *C. arietinum* L. collected from five cities of the Central Anatolia region of Turkey with current molecular techniques.

MATERIAL AND METHOD

In this study, *Cicer arietinum* L. plants were collected from five different cities of Central Anatolia region of Turkey during May-August of 2015-2018 (Table 1). Isolations of the bacteria from root nodules were performed according to the method of Vincent, (1970). Standard YMA (Yeast Extract Mannitol Agar) medium was used both for isolations and purifications (by consecutive inoculation), of the bacteria (Vincent, 1970). The purity of the isolates was checked by colony morphology and microscopic examinations using gram staining. Nodulation tests were performed using the method of Vincent, (1970), to determine the nodulation capability of the isolates on their original host (*C. arietinum* L.). Tests were performed in a growth chamber at 14h light and 10 h dark and with three replicates for each isolate. Nodulation ability of the isolates were evaluated after 5 weeks of incubation. Pathogenicity tests, to visualize

gall and hairy-root formation, were performed according to the method of Karakaya & Özcan, (2000). Tests were performed with three replicates for each isolate with the following modification; a growth chamber at 14h light and 10 h dark was used for the tests, YMB medium was used for growing the bacterial isolates as inoculum.

Table 1. Source information, TP-RAPD profiles and GenBank accession numbers of *Agrobacterium* isolates obtained in this study.

Isolate	Locality	TP-RAPD Profile	GenBank Accession Numbers	
			16S rDNA	recA
Agr-Ca-1	Ankara/Kızılcahamam	A	MT912699	MT919277
Agr-Ca-2	Ankara/Haymana	A	-	-
Agr-Ca-3	Konya/Kulu	A	-	-
Agr-Ca-4	Konya/Beyşehir	A	-	-
Agr-Ca-5	Sivas/Yıldızeli	B	MT912700	MT919278
Agr-Ca-6	Sivas/Ulaş	B	-	-
Agr-Ca-7	Ankara/Nallıhan	B	-	-
Agr-Ca-8	Kırşehir/Merkez	B	-	-
Agr-Ca-9	Kırşehir/Çiçekdağı	B	-	-
Agr-Ca-10	Konya/Ereğli	B	-	-
Agr-Ca-11	Kayseri/Kocasinan	C	MT912701	MT919279
Agr-Ca-12	Kayseri/Yahyah	C	-	-

Fresh bacterial cultures for the genomic DNA extractions were prepared using TY (Tryptone Yeast Extract) broth media (Ditta et al., 1987) with the conditions explained in Gurkanlı et al., (2013). Genomic DNA extractions from broth cultures were conducted using CTAB/NaCl miniprep method and extracted DNA was stored in -20°C prior to use (Temizkan & Arda, 2004). A TP-RAPD (Two primers random amplified polymorphic DNA)

analysis was performed for discriminating between the distinct species (or genotypes) within our isolate collection. The analysis was performed using the primer set 879F / 1522R (Rivas et al., 2001) with conditions given in Table 2. PCR amplifications were performed using a Techne TC-PLUS (Bibby Scientific, Stone, UK) thermal cycler. Presence of virulence (*virA*, protein kinase) and nodulation (*nodD*, autoregulatory) genes were investigated in the bacteria to determine the symbiosis type (mutualism or parasitism) between the bacteria and the host plant, *C. arietinum* L. Primer sets, VirA1F/virA2R (Velazquez et al., 2005) and Y5/Y6 (Zeze et al., 2001) were used for PCR amplifications of *virA* and *nodD*, respectively. The conditions used for PCR amplifications are given in Table 2. Consequently, one representative isolate from each TP-RAPD pattern observed was chosen for the further molecular analyses. The symbiosis types and geographical sources of the isolates were also considered as a criterion during the selection process. Characterizations of the representative isolates were conducted with phylogenetic analyses depending on nucleotide sequences of, 16S rDNA and a housekeeping gene, *recA*. Primer sets, fd1 / rd2 (Zhang et al., 1999) and *recA*-Forward / *recA*-Reverse (Gaunt et al., 2001) were used for PCR amplifications of 16S rDNA and *recA* genes, respectively. The conditions used for both PCR amplifications are stated in Table 2.

Table 2. Primers and PCR conditions used for amplifications of genes analysed in this study.

Gene	Primer	ID	C	D	A	E	FE
TP-RAPD analysis	879F/1522R (Rivas et al., 2001)	95°C / 5 min	× 35	94°C / 1 min	45°C 1 min	72°C / 2 min	72°C / 10 min
16S rDNA	pA/pF (Zhang et al., 1999)	95°C 3 min	× 35	94°C / 1 min	55°C 1 min	72°C / 1 min	72°C / 5 min
<i>recA</i>	<i>recA</i> -Forward/ <i>recA</i> -Reverse (Gaunt et al., 2001)	95°C 5 min	× 35	95°C / 45 s	50°C 1 min	72°C / 1 min	72°C / 2 min
<i>virA</i>	VirA1F/virA2R (Velazquez et al., 2005)	95°C 5 min	× 35	94°C / 1 min	51°C 1 min	72°C / 75 sec	72°C / 10 min
<i>nodD</i>	Y5/Y6 (Zeze et al., 2001)	95°C 5 min	× 35	94°C / 1 min	55°C 1 min	72°C / 1 min	72°C / 10 min

ID: Initial denaturation; C: Numbers of Cycles; D: Denaturation; A: Annealing; E: Elongation; FE: Final elongation.

A 50 µl PCR reaction for all amplifications was prepared with, 25 µl of GoTaq® Colorless Master Mix, 2X (Promega Corporation, Madison, WI, USA), genomic DNA <0.5 µg, 0.4 pmol of each primer (in final concentration) and sterile ddH₂O (up to 50 µl). PCR products were electrophoresed on 1% (2.5% for TP-RAPD) agarose gel prepared with 1X TBE buffer and visualized using a Photo-Print Digital Imaging System (Vilber Lourmat, France).

Nucleotide sequencings for 16S rDNA and *recA* genes of the selected isolates were performed commercially by MacroGen Europe (Amsterdam, The Netherlands) with the same primers used for PCR amplifications. Nucleotide sequences obtained from both strands were assembled using BioEdit (Hall, 1999). For phylogenetic analyses, data sets were created for each of 16S rDNA and *recA* genes using the haplotypes (downloaded from GenBank) given in legends of Figures - 2 and -3, together with our new sequences (Table 1). On

the other hand, most *Agrobacterium* isolates (*recA* and 16S rDNA sequences) in GenBank are still remaining with the older nomenclature (e.g. *Rhizobium nepotum*, *Rhizobium pusense*, *Rhizobium skierniewicense* etc.) and this situation have causing some confusions, thus should be revised by the original submitters. ClustalX (Thompson et al., 1997) was used for multiple nucleotide sequence alignments. To determine the best fitting substitution models for our data sets, Akaike's information criterion (AIC) and Bayesian information criterion (BIC) tests were performed using the jModelTest v. 0.1 package program (Guindon & Gascuel, 2003; Posada, 2008). Neighbor-joining (NJ), Maximum parsimony (MP) and Maximum likelihood (ML) algorithms were used to determine the phylogenetic relationships among haplotypes. NJ and MP analyses were performed using software program PAUP* v. 4.0b10 (Swofford, 1998) and PhyML 3.0 (Guindon & Gascuel, 2003) was used for the ML analyses. MP analyses were performed using a heuristic search approach with the TBR

swapping algorithm (10 random repetitions). To test the reliability of the nodes on the trees, Bootstrap tests were performed with 10000 replicates for all analyses.

All new sequences obtained in this study were deposited in the NCBI data bank under accession numbers MT912699-MT912701 and MT919277-MT919279 (Table 1).

RESULTS

As the result of isolations, twelve bacterial isolates were obtained from root nodules of *C. arietinum* L. collected from 5 cities of Central Anatolia part of Turkey (Table 1). Although the isolates were collected from active root nodules of *C. arietinum* L, none of them produced root nodules on the original host in the nodulation tests. Moreover, PCR amplification for *nodD* gene from these twelve isolates did not reveal any product. Similarly, none of the twelve isolates induced tumour-like structures (galls) on the stems or caused root diseases (hairy-root) on *C. arietinum* L in pathogenicity tests. Additionally, PCR amplification from these isolates for virulence gene, *virA*, did not produce any DNA band. Results of TP-RAPD analysis revealed three patterns suggesting three genetically different groups within our isolate collection (Figure 1, Table 1). From each TP-RAPD pattern, also considering the geographical location, following representative isolates were selected for further molecular analyses; from Pattern-A: Agr-Ca-1, Pattern-B: Agr-Ca-5 Pattern-C: Agr-Ca-11.

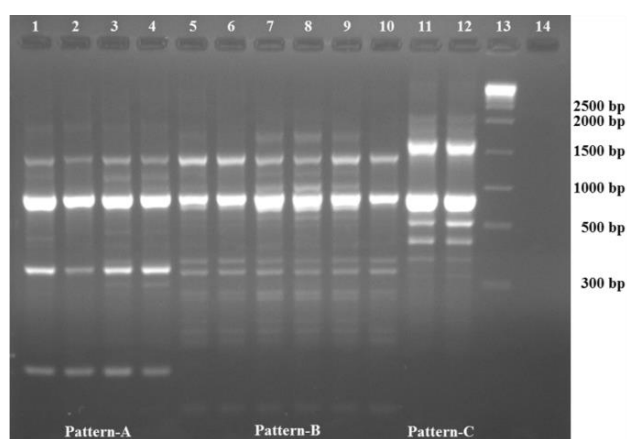


Figure 1. TP-RAPD patterns of *Agrobacterium* isolates obtained in this study. 1) Agr-Ca-1, 2) Agr-Ca-2, 3) Agr-Ca-3, 4) Agr-Ca-4, 5) Agr-Ca-5, 6) Agr-Ca-6, 7) Agr-Ca-7, 8) Agr-Ca-8, 9) Agr-Ca-9, 10) Agr-Ca-10, 11) Agr-Ca-11, 12) Agr-Ca-12, 13) 1 kb DNA Ladder (Norgen), 14) Negative control.

As the result of nucleotide sequencings, the variative thus informative first half of 16S rDNA (approx. 900 bp) were obtained from isolates, Agr-Ca-1, Agr-Ca-5 and Agr-Ca-11. Results of BLAST (Basic Local Alignment Search Tool, <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) search for our new 16S rDNA haplotypes revealed that all isolates obtained in

this study are belonging to the genus *Agrobacterium*. Thus, a data set was created with the 16S rDNA haplotypes belonging to type strains of available *Agrobacterium* species and Genomovars (see legend of Figure 2). Phylogenies were constructed using 850 aligned nucleotides with 76 variable sites. AIC and BIC tests suggested the GTR+I+G (I: 0.785; G: 0.624) and TrN+I+G (I: 0.79; G: 0.655) substitution models, respectively. Because of their higher bootstrap values, NJ (Figure 2) and ML (only the bootstrap values are given in Figure 2) trees created using the GTR+I+G model were preferred in the study. MP analysis was depending on 56 synapomorphic sites and yielded 24 equally most parsimonious trees with 117 steps in length (CI: 0.717949, RI: 0.852018, HI: 0.282051). Bootstrap values derived from MP analysis also given on Figure 2.

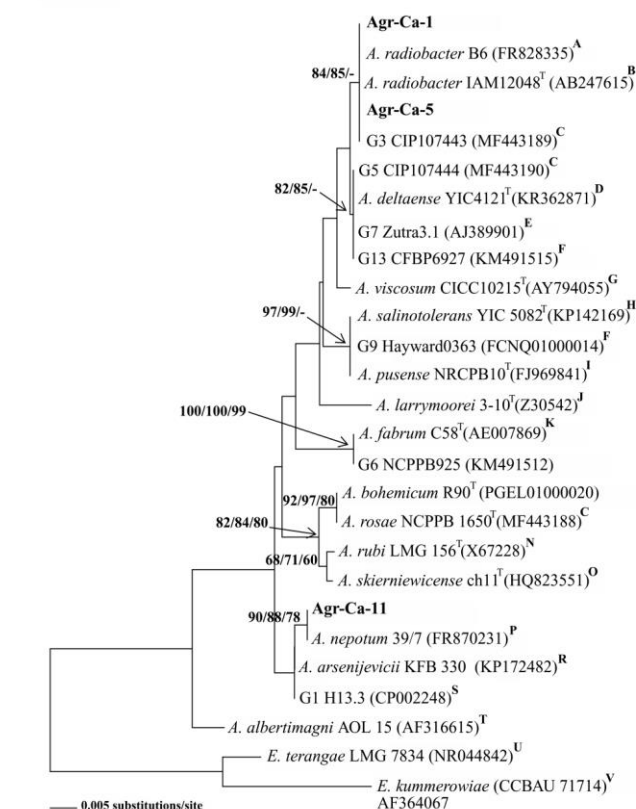


Figure 2. NJ tree derived from nucleotide sequences of 16S rDNA haplotypes obtained in this study (Bold) and the ones downloaded from GenBank (given with GenBank accession numbers). The tree has rooted with *recA* haplotypes of *E. terangae* and *E. kummerowiae*. The bootstrap values ($\geq 50\%$) derived from NJ, ML and MP analyses have stated on the tree with the same order.

^ALee et al., (Unpublished); ^BBautista-Zapanta et al., (2009); ^CKuzmanovic et al., (2018); ^DYan et al., (2017a); ^EMougel et al., (Unpublished); ^FRegisiter & Williams (Unpublished); ^GLiu et al., (Unpublished); ^HYan et al., (2017b); ^IPanday et al., (2011); ^JBouzar et al., (1995); ^KGoodner et al., (2001); ^LMousavi et al., (2015); ^MZahradnik et al., (2018); ^NWillems & Collins, (1993); ^OPulawska et al., (2012a); ^PPulawska et al., (2012b); ^QKuzmanovic et al., (2015a); ^RWibberg et al., (2011); ^SSalmassi et al., (2002); ^TDe Lajudie et al., 1994; ^UWei et al., 2002.

Although they showed different TP-RAPD patterns, isolates Agr-Ca-1 (representative of Pattern-A) and Agr-Ca-5 (representative of Pattern-B) showed the same 16S rDNA haplotype with each other and also with *A. radiobacter* isolates, IAM 12848^T (Type strain), B6 and *Agrobacterium* Genomovar 3 isolate CIP107443. This lineage was supported with 84% and 85% bootstrap values in NJ and ML trees, respectively. The lineage composed of *Agrobacterium* Genomovars -5, -7, -13 and *A. deltaense* isolate YIC4121^T, which showed the same 16S rDNA haplotype with each other, appeared as sister to the lineage above (Figure 2). The third isolate, Agr-Ca-11, showed the same 16S rDNA haplotype with *A. nepotum* type strain 39/7^T. The relationship between these two haplotypes was supported with 90%, 88% and 78% bootstrap values in the NJ, ML and MP trees, respectively. *A. arsenijevicii* type strain KFB 330^T and *Agrobacterium* Genomovar 1 isolate H13.3 also appeared in the same lineage with Agr-Ca-11 (Figure 2). In general, relationships within this lineage were supported with significant bootstrap values (≥ 65).

To assign our selected isolates to one of the valid *Agrobacterium* species (or genomovars), approximately 570 bp of *recA* gene were obtained and subjected to phylogenetic analyses. The data set used for phylogenetic analyses was containing the *recA* haplotypes of type strains of available *Agrobacterium* species. Additionally, *recA* haplotypes of isolates representing available *Agrobacterium* Genomovars as well as *recA* haplotypes some *A. radiobacter* and *A. nepotum* isolates also included to the data set (see legend of Figure 3). Analyses were carried out on 373 aligned nucleotides containing 135 variable sites. Both AIC and BIC tests suggested TIM2+I+G (I: 0.513; G: 0.795) substitution model. MP analysis which gave 17 most parsimonious trees (Length: 458 steps, CI: 0.423581, RI: 0.667925, HI: 0.576419) was conducted using 117 synapomorphic characters. NJ tree created using TIM2+I+G model was given in Figure 3 and bootstrap values derived from ML and MP analyses were indicated on the same tree. In the tree, our isolates Agr-Ca-1 and Agr-Ca-5 were placed within *A. radiobacter* lineage which composed of three different haplotypes (Figure 3). Agr-Ca-1 showed the same *recA* haplotype with isolate CFBP 5522^T, the type strain of *A. radiobacter*, and also with isolate CFBP 5621. *A. radiobacter* isolate B6 appeared as sister and this relationship was supported with 62%, 60% and 60% bootstrap values in NJ, ML and MP trees, respectively.

Our second *A. radiobacter* isolate, Agr-Ca-5, showed the same *recA* haplotype with isolates, Kerr 14 and CCNWGS and appeared as sister to the sub-lineage above. Bootstrap values supporting this relationship were 96%, 92% and 98% in NJ, ML and MP trees, respectively. Nucleotide sequence similarities among all three *A.*

radiobacter recA haplotypes were determined as higher than 98.1%. Concordant with the 16S rDNA phylogeny, isolate Agr-Ca-11 appeared as related with *A. nepotum* lineage in *recA* phylogeny. This relationship has supported with 100% bootstrap values in all trees created using NJ, ML and MP algorithms (Figure 3). Nucleotide sequence similarity between Agr-Ca-11 and the type strain of *A. nepotum* (isolate 39/7^T) was determined as 97.8%

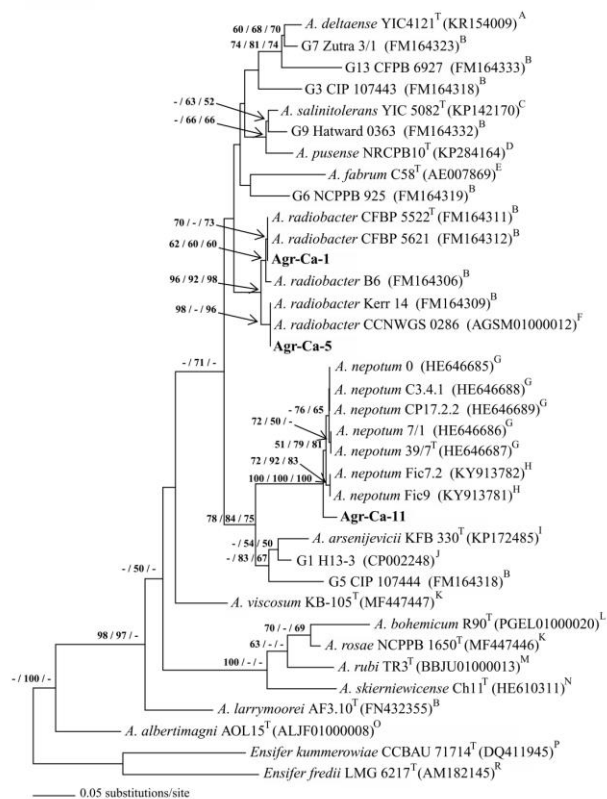


Figure 3. NJ tree derived from nucleotide sequences of *recA* haplotypes obtained in this study (Bold) and the ones downloaded from GenBank (given with GenBank accession numbers). The tree has rooted with *recA* haplotypes of *E. kummerowiae* and *E. fredii*. The bootstrap values ($\geq 50\%$) derived from ML and MP analyses have also stated on the tree.

^AYan et al., (2017a); ^BCostechareyre et al., (Unpublished); ^CYan et al., (2017b); ^DKuzmanovic et al., (2015a); ^EGoodner et al., (2001); ^FHao et al., (2012); ^GPulawska et al., (2012b); ^HMafakheri et al., (2019); ^IKuzmanovic et al., (2015b); ^JWibberg et al., (2011); ^KKuzmanovic et al., (2018); ^LZahradnik et al., (2018); ^MKatano et al., (Unpublished); ^NShams et al., (2013); ^OTrimble et al., (2012); ^PLloret et al., (2007); ^QMartens et al., (2007).

DISCUSSION

During a survey for rhizobia which nodulates *C. arietinum* L. in the Central Anatolia region of Turkey, a group of (n : 12) bacteria that morphologically dissimilar (much more mucoid and opaque) to classical rhizobia were obtained from root nodules of *C. arietinum* L. TP-RAPD analysis which is a commonly used pre-grouping method in bacteriological studies (Rivas et al., 2001), revealed three patterns within our collection which indicated three

genetically distinct groups. Phylogenetic analyses depending on nucleotide sequences of two genetic markers, 16S rDNA and *recA*, designated representative isolates of first two TP-RAPD patterns, Pattern-A (Agr-Ca-1) and Pattern-B (Agr-Ca-5) as *A. radiobacter*. Although some *A. radiobacter* isolates have reported from Turkey so far, they were all clinical strains causing infections in humans (Otağ et al., 2007). Thus according to the available literature, there has been only one soil-borne *Agrobacterium* species, *A. tumefaciens*, reported from Turkey (Aysan & Sahin, 2003; Aysan et al., 2003). On the other hand, identifications of the bacteria in all these studies were depending on some morphological and biochemical features, thus were highly doubtful. That is why, isolates, Agr-Ca-1 and Agr-Ca-5, in this study are the first properly (with current molecular phylogenetic techniques) identified soil-borne *A. radiobacter* isolates from Turkey. Phylogenetic analyses designated isolate Agr-Ca-11, the representative isolate of TP-RAPD Pattern-C, as *A. nepotum*. This species was first described by Pulowska et al., (2012b) from tumours on several plant species in Europe. Since then, it has been reported from several countries as pathogen or root nodule endophytes (Mafakheri et al., 2019; El Yemlahi, Unpublished). In GenBank, there is one 16S rDNA sequence, submitted from Gaziantep University (Gaziantep-Turkey), belonging to a nodule endophytic *A. nepotum* strain which isolated from root nodules of *C. arietinum* L. in Turkey. On the other hand, there is no available publication on the strain, thus its exact origin and other features are unknown. But together with our finding, it may indicate that *A. nepotum* is one of the common nodule endophytic *Agrobacterium* species in chickpea fields of Central and Southeastern Anatolia. But this presumption must be confirmed with comprehensive investigations. In authentication and pathogenicity tests, none of the twelve isolates produced root nodules or disease symptoms on chickpeas. Additionally, no appropriate DNA bands were observed as the result of *nodD* and *virA* amplifications. These results have proved the absence of the genetic accessories necessary for the nodulation or virulence processes in these isolates therefore they all are nodule-endophytes (non-nodulating). Presence of nodule-endophytic bacteria in root nodules have been reported from various legume species including *Melilotus dentatus*, *P. vulgaris* L. and *C. arietinum* L. (Mhamdi et al., 2005; Wang et al., 2006; Ben Romdhane et al., 2009). Although the mechanism underlying this biological phenomenon is unknown, Ben Romdhane et al., (2009) suggested that water deficiency conditions induce the colonisation of chickpea nodules by non-symbiotic or non-specific *Rhizobium* and *Agrobacterium* isolates. If we consider the geographical and climatic features of Central Anatolia during the

nodulation period of chickpea seedlings (approx. during June-July), a water deficiency condition is highly possible. This unfavourable situation possibly may have caused the infiltration of nodule-endophytic *Agrobacterium* isolates to chickpea root nodules. Although these bacteria are avirulent (gives no direct harm to the plant) it may indirectly reduce the crop productivity by competing with the actual rhizobial partner of *C. arietinum* L. in the rhizosphere. In this context, it has been reported that *Agrobacterium* isolates may reduce the nodulation of *P. vulgaris* L. by its rhizobial partner, *Rhizobium gallicum* (Mrabet et al. 2006).

As conclusion, this study presents the first root-endophytic *Agrobacterium radiobacter* and *A. nepotum* isolates, which identified using proper molecular phylogenetic techniques, from *C. arietinum* grown in Central Anatolia part of Turkey. Additionally, it gives the first molecular data for *A. radiobacter* for Turkey.

REFERENCES

- Akbulut, M., Yücel, M. & Öktem, H.A. (2008).** Analysis and optimization of DNA delivery into chickpea (*Cicer arietinum* L.) seedlings by *Agrobacterium tumefaciens*. *African Journal of Biotechnology*, **7**, 1011-1017.
- Argun, N., Momol, M.T., Maden, S., Momol, E.A., Reid, C.L., Çelek, H. & Burr, T.J. (2002).** Characterization of *Agrobacterium vitis* strains isolated from Turkish grape cultivars in the Central Anatolia Region. *Plant Disease*, **86**, 162-166.
- Aysan, Y., Sahin, F., Mirik, M., Donmez, M.F. & Tekman, H. (2003).** First report of crown gall of apricot (*Prunus armeniaca*) caused by *Agrobacterium tumefaciens* in Turkey. *Plant Pathology*, **52**, 793.
- Aysan, Y. & Sahin, F. (2003).** An outbreak of crown gall disease on rose caused by *Agrobacterium tumefaciens* in Turkey. *Plant Pathology*, **52**, 780.
- Bautista-Zapanta, J.N., Arafat, H.H., Tanaka, K., Sawada, H. & Suzuki, K. (2009).** Variation of 16S-23S internally transcribed spacer sequence and intervening sequence in rDNA among the three major *Agrobacterium* species. *Microbiological Research*, **164**, 604-612.
- Ben Romdhane, S., Trabelsi, M., Aouani, M.E., de Lajudie, P. & Mhamdi, R. (2009).** The diversity of rhizobia nodulating chickpea (*Cicer arietinum*) under water deficiency as a source of more efficient inoculants. *Soil Biology and Biochemistry*, **41**, 2568-2572.

- Bouzar, H., Chilton, W.S., Nesme, X., Dessaux, Y., Vaudequin, V., Petit, A., Jones, J.B. & Hodge, N.C. (1995).** A new *Agrobacterium* strain isolated from aerial tumors on *Ficus benjamina* L. *Applied and Environmental Microbiology*, **61**, 65-73.
- Conn, H.J. (1942).** Validity of the genus *Alcaligenes*. *Journal of Bacteriology*, **44**, 353-360.
- 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.
- Ditta, G., Virts, E., Palomares, A. & Kim, C.H. (1987).** The *nifA* gene of *Rhizobium meliloti* is oxygen regulated. *Journal of Bacteriology*, **169**, 3217-3223.
- FAOSTAT. (2016).** <http://faostat.fao.org/faostat/>
- Flores-Felix, J.D., Menendez, E., Peix, A. & Gracia-Fraile, P. (2020).** History and current taxonomic status of genus *Agrobacterium*. *Systematic and Applied Microbiology*, **43**, 126046.
- Gaunt, M.W., Turner, S.L., Rigotier-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.
- Goodner, B., Hinkle, G., Gattung, S., Miller, N., Blanchard, M., Quorollo, B., Gold-man, B.S., Cao, Y., Askenazi, M., Halling, C., Mullin, L., Houmiel, K., Gordon, J., Vaudin, M., Iartchouk, O., Epp, A., Liu, F., Wollam, C., Allinger, M., Doughty, D., Scott, C., Lappas, C., Markelz, B., Flanagan, C., Crowell, C., Gurson, J., Lomo, C., Sear, C., Strub, G., Cielo, C. & Slater, S. (2001).** Genome sequence of the plant pathogen and biotechnology agent *Agrobacterium tumefaciens* C58. *Science*, **294**, 2323-2328.
- Guindon, S. & Gascuel, O. (2003).** A simple, fast and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum-likelihood. *Systematic Biology*, **52**, 696-704.
- Gurkanli, C.T., Ozkoc, I. & Gunduz, I. (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.
- Gülümser, A. (2016).** Dünyada ve Türkiye’de yemeklik dane baklagillerin durumu. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **25**, 292-298.
- Hall, T.A. (1999).** BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Serie*, **41**, 95-98.
- Hao, X., Xie, P., Johnstone, L., Miller, S.J., Rensing, C. & Wei, G. (2012).** Genome sequence and mutational analysis of plant-growth-promoting bacterium *Agrobacterium tumefaciens* CCNWGS0286 isolated from a zinc-lead mine tailing. *Applied and Environmental Microbiology*, **78**, 5384-5394.
- Karakaya, A. & Özcan, S. (2000).** Susceptibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to *Agrobacterium tumefaciens* (Smith and Townsend) Conn. *Turkish Journal Biology*, **24**, 285-289.
- Kuzmanovic, N., Pulawska, J., Prokic, A., Ivanovic, M., Zlatković, N., Jones, J.B. & Obradovic, A. (2015a).** *Agrobacterium arsenijevicei* sp. nov., isolated from crown gall tumors on raspberry and cherry plum. *Systematic and Applied Microbiology*, **38**, 373-378.
- Kuzmanovic, N., Prokic, A., Ivanovic, M., Zlatkovic, N., Gasic, K. & Obradovic, A. (2015b).** Genetic diversity of tumorigenic bacteria associated with crown gall disease of raspberry in Serbia. *European Journal of Plant Pathology*, **142**, 701-713.
- Kuzmanovic, N., Pulawska, J., Smalla, K. & Nesme, X. (2018).** *Agrobacterium rosae* sp. nov., isolated from galls on different agricultural crops. *Systematic and Applied Microbiology*, **41**, 191-197.
- 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.
- Mafakheri, H., Taghavi, S.M., Pulowska, J., de Lajudie P., Lassalle, F. & Osdaghi, E. (2019).** Two novel genomospecies in the *Agrobacterium tumefaciens* species complex associated with rose crown gall. *Phytopathology*, **109**, 1859-1868.
- 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.

- Mhamdi, R., Mrabet, M., Laguerre, G., Tiwari, R. & Aouani, M.E. (2005).** Colonization of *Phaseolus vulgaris* nodules by *Agrobacterium*-like strains. *Canadian Journal of Microbiology*, **51**, 105-111.
- 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.
- Mrabet, M., Mnasri, B., Romdhane, S.B., Laguerre, G., Aouani, M.E. & Mhamdi, R. (2006).** *Agrobacterium* strains isolated from root nodules of common bean specifically reduce nodulation by *Rhizobium gallicum*. *FEMS Microbiology Ecology*, **56**, 304-309.
- Otağ, F., Tezcan, S., Özturhan, H., Aslan, G., Kuyucu, N. & Emekdaş, G. (2007).** Emerging non-fermenter Gram negative pathogens in paediatric patients: *Rhizobium radiobacter* bacteremia. *Journal of Pediatric Infection*, **1**, 143-146.
- Panday, D., Schumann, P. & Das, S.K. (2011).** *Rhizobium pusense* sp. nov., isolated from the rhizosphere of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **61**, 2632-2639.
- Pulawska, J., Willems, A. & Sobiczewski, P. (2012).** *Rhizobium skierniewicense* sp. nov., isolated from tumours on chrysanthemum and cherry plum. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **62**, 895-899.
- Pulawska, J., Willems, A., De Meyer, S.E. & Sule, S. (2012).** *Rhizobium nepotum* sp. nov. isolated from tumors on different plant species. *Systematic and Applied Microbiology*, **35**, 215-220
- Posada, D. (2008).** jModel test: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution*, **25**, 1253-1256.
- Rivas, R., Velázquez, E., Valverde, A., Mateos, P.F. & Martínez-Molina, E. (2001).** A two primers random amplified polymorphic DNA procedure to obtain polymerase chain reaction fingerprints of bacterial species. *Electrophoresis*, **22**, 1086-1089.
- Romdhane, S.B., Trabelsi, M., Aouani, M.E., de Lajudie, P. & Mhamdi, R. (2009).** The diversity of rhizobia nodulating chickpea (*Cicer arietinum*) under water deficiency as a source of more efficient inoculants. *Soil Biology and Biochemistry*, **41**, 2568-2572.
- Rouhrazi, K. & Khodakaramian, G. (2015).** Phenotypic and genotypic diversity of root-nodulating bacteria isolated from chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Iran. *Annals of Microbiology*, **65**, 2219-2227.
- Saidi, S., Mnasri, B. & Mhamdi, R. (2011).** Diversity of nodule-endophytic agrobacteria-like strains associated with different grain legumes in Tunisia. *Systematic and Applied Microbiology*, **34**, 524-530.
- Salmassi, T.M., Venkateswaren, K., Satomi, M., Neelson, K.H., Newman, D.K. & Hering, J. (2002).** Oxidation of arsenite by *Agrobacterium albertimagni*, AOL15, sp. nov., isolated from Hot Creek, California. *Geomicrobiology journal*, **19**, 53-66.
- Shams, M., Vial, L., Chapulliot, D., Nesme, X. & Lavire, C. (2013).** Rapid and accurate species and genomic species identification and exhaustive population diversity assessment of *Agrobacterium* spp. using recA-based PCR. *Systematic and applied microbiology*, **36**, 351-358.
- 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*, 2nd ed. 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.
- Trimble, W.L., Phung le, T., Meyer, F., Gilbert, J.A. & Silver, S. (2012).** Draft genome sequence of *Agrobacterium albertimagni* strain AOL15. *Journal of Bacteriology*, **194**, 6986-6987.
- Velázquez, E., Peix, A., Zurdo-Piñeiro, J.L., Palomo, J.L., Mateos, P.F., Rivas, R., Muñoz-Adelantado, E., Toro, N., García-Benavides, P. & Martínez-Molina, E. (2005).** The coexistence of symbiosis and pathogenicity-determining genes in *Rhizobium rhizogenes* strains enables them to induce nodules and tumors or hairy Roots in Plants. *Molecular Plant Microbe Interactions*, **18**, 1325-1332.
- Vincent, J.M. (1970).** *A manual for the Practical Study of the Root-Nodule Bacteria*. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, 164p.
- Wang, L.L., Wang, E.T., Liu, J., Li, Y. & Chen, W.X. (2006).** Endophytic occupation of root nodules and roots of *Melilotus dentatus* by *Agrobacterium tumefaciens*. *Microbiology Ecology*, **52**, 436-443.

- Wei, G.H., Wang, E.T., Tan, Z.Y., Zhu, M.E. & Chen, W.X. (2002).** *Rhizobium indigoferae* sp. nov. and *Sinorhizobium kummerowiae* sp. nov., respectively isolated from *Indigofera* spp. and *Kummerowia stipulacea*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **52**, 2231-2239.
- Wibberg, D., Blom, J., Jaenicke, S., Kollin, F., Rupp, O., Scharf, B., Schneiker-Bekel, S., Szczepanowski, R., Goesmann, A., Setubal, J.C., Schmitt, R., Puhler, A. & Schluter, A. (2011).** Complete genome sequencing of *Agrobacterium* sp. H13-3, the former *Rhizobium lupini* H13-3, reveals a tripartite genome consisting of a circular and a linear chromosome and an accessory plasmid but lacking a tumor-inducing Ti-plasmid. *Journal of Biotechnology*, **155**, 50-62.
- 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.
- Yan, J., Li, Y., Han, X., Chen, W.F., Zou, W., Xie, Z. & Li, M., (2017a).** *Agrobacterium deltaense* sp. nov., an endophytic bacteria isolated from nodule of *Sesbania cannabina*. *Archives of Microbiology*, **199**, 1003-1009.
- Yan, J., Li, Y., Yan, H., Chen, W.F., Zhang, X., Wang, E.T., Han, X.Z. & Xie, Z.H. (2017b).** *Agrobacterium salinitolerans* sp. nov., a saline-alkaline-tolerant bacterium isolated from root nodule of *Sesbania cannabina*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **67**, 1906-1911.
- Zahradnik, J., Nunvar, J., Pařízková, H., Kolářová, L., Palyzová, A., Marešová, H., Grulich, M., Kyslíková, E. & Kyslík, P. (2018).** *Agrobacterium bohemicum* sp. nov. isolated from poppy seed wastes in Central Bohemia. *Systematic and Applied Microbiology*, **41**, 184-190.
- Zeze, A., Mutch, L.A. & Young, J.P.W. (2001).** Direct amplification of *nodD* from community DNA reveals the genetic diversity of *Rhizobium leguminosarum* in soil. *Environmental Microbiology*, **3**, 363-370.
- 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.



Mega Şehir İstanbul İçin Ekstrem Basınç Değerlerinde Partikül Madde (PM₁₀) Değişiminin Araştırılması^[*]

Emrah Tuncay ÖZDEMİR^{1*} Özkan ÇAPRAZ² Ali DENİZ³

¹ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi, 34149, Yeşilköy, İstanbul, Türkiye.

² Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Marmara Temiz Hava Merkezi, 34365, Şişli, İstanbul, Türkiye

³ İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, Türkiye.

Geliş/Received: 28.06.2020

Kabul/Accepted: 01.10.2020

Atıf yapmak için: Özdemir, E.T., Çapraz, Ö. & Deniz, A. (2020). Mega Şehir İstanbul İçin Ekstrem Basınç Değerlerinde Partikül Madde (PM₁₀) Değişiminin Araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 484-490.

How to cite: Özdemir, E.T., Çapraz, Ö. & Deniz, A. (2020). Investigation of the Relationship Between Extreme Pressure Values and Particulate Matter (PM₁₀) Values for Megacity İstanbul. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 484-490.

* <https://orcid.org/0000-0003-4764-1625>
<https://orcid.org/0000-0001-8507-9982>
<https://orcid.org/0000-0003-1068-4277>

*Sorumlu yazarın:

Emrah Tuncay ÖZDEMİR
Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Atatürk
Havalimanı Meteoroloji Ofisi, 34149,
Yeşilköy, İstanbul, Türkiye.
✉: etozdemir@gmail.com
Cep telefonu : +90 (533) 312 14 44
Telefon : +90 (212) 465 54 78
Faks : +90 (212) 465 50 49

Öz: Bu çalışmanın amacı; Mega Şehir İstanbul için 01 Mart 2013 ile 01 Mart 2019 tarihleri arasındaki 6 yıllık periyotta Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen ekstrem basınç değerlerinin ölçüldüğü gündeki basınç değerleri ile, bu havalimanına en yakın konumdaki hava kalitesi ölçüm istasyonu olan Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'ndan elde edilen PM₁₀ değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmaktır. Meteorolojik veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den, PM₁₀ değerleri de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan temin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu periyotta en yüksek basınç değeri 1040 hPa olarak 08 Aralık 2016 tarihinde, en düşük basınç değeri de 990 hPa olarak 18 Ocak 2018 tarihinde ölçülmüştür. Bu iki ekstrem gün için meteorolojik analiz (yer kartı, 850 hPa, İstanbul'a ait sounding verisi, uydu görüntüleri) yapılarak, PM₁₀ değerlerinin değişimi bu iki gün için analiz edilmiştir. En yüksek basıncın ölçüldüğü 08 Aralık 2016 için korelasyon katsayısı -0,74 ve en düşük basıncın ölçüldüğü gün olan 18 Ocak 2018 için korelasyon katsayısı 0,29'dur. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek ve en düşük basınç değerlerinin ölçüldüğü günlerdeki saatlik basınç değişimleri ile saatlik ortalama PM₁₀ değerleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Bu PM₁₀'deki değişimin doğrudan basınca bağlı olmadığını, diğer meteorolojik parametrelerin de etkili olabileceği durumların mevcut olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Atatürk Uluslararası Havalimanı, hava kirleticileri, İstanbul, PM₁₀, sinoptik analiz, uydu görüntüsü.

Investigation of the Relationship Between Extreme Pressure Values and Particulate Matter (PM₁₀) Values for Megacity İstanbul

Abstract: The aim of this study is analyzing the particulate matter (PM₁₀) concentrations on the days when extreme pressure values are measured for Mega City İstanbul. This study covers the 6-year period between March 01, 2013 and March 01, 2019. Meteorological data were obtained from the Turkish State Meteorological Service (TSMS). The values of air pollutants (PM₁₀) are obtained from the Ministry of Environment and Urbanization. According to the results, the highest pressure value was measured on December 08, 2016 with 1040 hPa and the lowest pressure was measured on January 18, 2018 with 990 hPa in this 6-year period. For these two extreme days, meteorological analysis (synoptic card, 850 hPa, sounding data from İstanbul, satellite imagery) was performed and the changes in the values of air pollutants were analyzed. According to the results, there was no significant change at the particulate matter (PM₁₀) concentrations measured on the days when the highest and lowest pressure values were measured compared to the average PM₁₀ values of the city. The correlation coefficient is -0.74 for December 08, 2016, when the highest pressure was measured, and 0.29 for January 18, 2018, when the lowest pressure was measured. According to the results, there was no significant relationship between hourly pressure changes and hourly mean PM₁₀ values on the days when the highest and lowest pressure values were measured. This result shows that the change in PM₁₀ is not directly dependent on pressure and there are situations where other meteorological parameters may also be effective.

Keywords: Air pollutants, Atatürk International Airport, İstanbul, PM₁₀, satellite image, synoptic analysis.

*Corresponding author's:

Emrah Tuncay ÖZDEMİR
General Directorate of Meteorology, Atatürk
Airport Meteorological Office, 34149,
Yeşilköy, İstanbul, Turkey.
✉: etozdemir@gmail.com
Mobile telephone : +90 (533) 312 14 44
Telephone : +90 (212) 465 54 78
Fax : +90 (212) 465 50 49

[*] Bu çalışma "Analysis of Air Pollutants at Extreme Pressure Values in İstanbul, Turkey" çalışmasının genişletilmiş özetinin güncellenmiş ve gözden geçirilmiş halidir. Genişletilmiş özet, 1st International Conference on Applications of Air Quality in Science and Engineering (ICAAQSE 2020), 10-12 Şubat 2020, Kuveyt'de poster olarak sunulmuş ve bildiriler kitabında basılmıştır (Özdemir vd., 2020).

GİRİŞ

Mega şehirler özellikle nüfus olarak 10 milyondan daha fazla insanın yaşadığı şehirlerdir (Cambridge Dictionary, 2020). Ülkelere ait 2019 yılına ait nüfus verilerine göre; Tokyo (Japonya) 37.435.191 nüfusla dünyanın en fazla nüfusuna sahipken, ikinci sırada Delhi (Hindistan) 29.399.141'dir (World Population Review, 2020). Güncellenmiş TÜİK, (2020) istatistik verilerine göre İstanbul'un 2019 yılı nüfusu 15.519.267'dir. İstanbul bu güncellenmiş nüfus değeriyle dünyanın en kalabalık 12. mega şehridir (World Population Review, 2020). Mega Şehir İstanbul Türkiye'nin kuzeybatısında yer almaktadır. Şehir, Karadeniz ve Marmara Denizi'ni birleştiren İstanbul Boğazı ile ikiye bölünmüştür. Bir tarafı Asya Kıtası'nda diğer tarafı da Avrupa Kıtası'nda yer almaktadır. Kuzeyinde Karadeniz, güneyinde ise Marmara Denizi bulunmaktadır. Yüzölçümü 5461 km²'dir (Harita, 2020). Kilometrekareye yaklaşık olarak 2.842 kişi düşmektedir. Türkiye'nin nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu şehirdir (TÜİK, 2020).

Günümüzde, her geçen gün artan çevre sorunlarının başında gelen hava kirliliği, geleceğin dünyasını ciddi bir şekilde tehdit etmekte, insanlığı çeşitli sorunlar ile karşı karşıya bırakmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak artan enerji kullanımı, endüstrinin gelişimi ve şehirleşmeyle ortaya çıkan hava kirliliği, insan sağlığı ve diğer canlılar üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Özellikle çocuklar, yaşlılar ve kronik hastalığı olanlar gibi hassas kişilerin solunum ve kalp-damar sistemleri başta olmak üzere birçok vücut sistemi olumsuz yönde etkilenmektedir. Başlıca hava kirlenmelerden biri olan partiküller madde (PM), havada bulunan katı tanecikleri ve sıvı damlacıkları ifade eder (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020). İnsan faaliyetleri sonucu ve doğal kaynaklardan atmosfere karışırlar. Belirli eşik değerleri aşan hava kirlenmeleri insanlar için önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. PM₁₀, 10 mikrometre veya daha küçük çaplı partikül maddedir (Özdemir vd., 2018; Özdemir, 2019; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020). PM₁₀'un önemli sağlık sorunlarına neden olduğu bilinmektedir. Özellikle kalp ve akciğer hastalıklarına neden olabilmekte veya hastalığın şiddetini arttırabilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020). Çapı 2,5 µm'nin altında olan partiküllere ise PM_{2,5} denilmektedir. PM_{2,5} adı verilen küçük partiküller sağlık için oldukça tehlikelidir. Bunun sebebi, küçük boyutları nedeniyle PM_{2,5}'un akciğerlerin derinlerine kadar nüfuz edebilmesidir. Ayrıca bu küçük parçacıklar genellikle zehirli (toksik) veya kanserojen (kansere neden olan) yanma ürünleri de içermektedirler (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020; EPA, 2020).

Mega Şehir İstanbul'da hava kirliliği, modern yaşamın getirdiği en önemli sorunlardan biri olup, hızlı nüfus artışı, şehirleşme ve endüstrileşmede hatalı yer seçimi, maden ocakları, kalitesiz yakıt kullanımı, baca gazı arıtımlarının gerektiği şekilde yapılmayışı ve trafikte kaynaklanan emisyonların artması nedeniyle insan sağlığı için tehlike oluşturabilmektedir. Yapılan çalışmalar, partikül madde kirliliğinin Türkiye'de akciğer ve kalp hastalıklarına bağlı ölümlerde ve hastane başvurularında artışlara neden olduğunu göstermiştir (Çapraz vd., 2016; Çapraz vd., 2017).

Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda 18 Nisan 2012 tarihinde 10:11 UTC'de havalimanı üzerinden soğuk cephe geçişiyle birlikte 220 dereceden 57 knots'luk maksimum rüzgar hamle değeri ölçülmüştür. Bir gün öncesinde Sahra Çölü'nden kalkan tozlar güneyli kuvvetli rüzgar akışlarıyla İstanbul'a taşınmıştır. Soğuk cephenin İstanbul üzerinden geçişi sırasında meydana gelen diverjandan dolayı üst atmosferden yer seviyesine çok büyük miktarda toz taşınımı meydana gelmiştir. Maksimum değer Kağıthane Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'nda 12:00 UTC'de saatlik ortalama PM₁₀ değeri 441 µgm⁻³ olarak ölçülmüştür. Diğer hava kalitesi izleme istasyonlarındaki maksimum değerler ise; Kartal'da 11:00 UTC'de 422 µgm⁻³ ve Yenibosna'da 11:00 UTC'de 171 µgm⁻³'dür (Özdemir vd., 2013; Özdemir, 2019).

Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda 2017 ile 2012 yılları arasındaki 5 yıllık periyotta meydana gelen sisli günlerde Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'ndaki PM₁₀ değişimleri incelenmiştir. Havalimanında 33 gün sisli gün tespit edilmiştir. 5 yıllık periyotta saatlik ortalama PM₁₀ değeri 60,21 µgm⁻³ ve sisli günlerdeki PM₁₀ değeri de 93,81 µgm⁻³ olarak analiz edilmiştir (Özdemir vd., 2018).

Rüzgar, sıcaklık, yağmur, hava basıncı vb. meteorolojik olaylar kirlenmelerin havadaki konsantrasyon değerlerini önemli ölçüde etkileyen faktörlerdir. Bu nedenle meteorolojik olaylar ve hava kirliliği arasındaki ilişkilerin incelenmesi, bir bölgenin hava kalitesi hakkında bilgi sahibi olmak açısından oldukça önemlidir. Havanın basıncı da kirlilik değerlerinin artıp azalmasını etkileyen önemli bir faktördür. Yüksek basınçlı sistemler sırasında hava genellikle hareketsizdir ve bu durum kirlilik seviyelerinin artmasına neden olur, ancak alçak basınçlı sistemler sırasında hava genellikle yağışlı ve rüzgarlıdır, bu da kirlenmelerin yağmurla atmosferden dağılmasına veya çökmesine neden olur.

Bu çalışmada, Mega Şehir İstanbul'da bulunan Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen basınç değerlerinin son 6 yıldaki en düşük ve en yüksek olduğu günlere ait saatlik basınç değerleri ile bu havalimanına en

yakın hava kalitesi izleme istasyonu olan Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'na ait saatlik ortalama PM_{10} değerleri karşılaştırılmıştır. Bu şekilde en yüksek ve en düşük basınç değerleri ile PM_{10} konsantrasyonları arasındaki olası bir ilişkinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanı: Atatürk Uluslararası Havalimanı ($40^{\circ}58'34''K$ - $028^{\circ}48'50''D$, rakım: 50 m) Mega Şehir İstanbul'un Avrupa yakasında ve şehrin güneyinde yer almaktadır (Şekil 1). Havalimanının güneyinde Marmara Denizi bulunmaktadır. Basınç değerleri Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi tarafından her yarım saatle bir ölçülmektedir. Bu ölçülen basınç değerleri hPa birimindedir. Basınç ve diğer meteorolojik veriler (sıcaklık, bulutluluk, rüzgar hızı vb.) Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'den elde edilmiştir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020).



Şekil 1: Atatürk Uluslararası Havalimanı ve Yenibosna Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu'nun konumu.

Figure 1: Location of Atatürk International Airport and Yenibosna Air Quality Measurement Station.

Ölçüm Metodolojisi: PM_{10} değerleri Atatürk Uluslararası Havalimanı'ndan yaklaşık uzaklığı 2.3 km olan Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'nda ($40^{\circ}59'56''K$ - $28^{\circ}49'36''D$; rakım: 28 m) ölçülmüştür (Şekil 1). Ayrıca, PM_{10} değerleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlı Hava İzleme Web Sitesi'nden temin edilmiştir (Hava İzleme, 2020). Elde edilen değerler saatlik ortalama ($\mu g m^{-3}$ birimindeki) değerlerdir.

Sinoptik haritalar ve 850 hPa yüksek seviye basınç haritaları Wetter3 Web Sitesi'nden elde edilmiştir (Wetter3, 2020). Sinoptik haritalar üzerindeki düz çizgiler izobarları göstermekte olup 5 hPa aralıklarla çizilerek, harita üzerinde cephe analizleri yapılmıştır. Soğuk cephe eğri üzerinde gösterilen içi dolu üçgenlerle, sıcak cephe eğri üzerinde gösterilen içi dolu yarım dairelerle ve oklüzyon cephe eğri üzerinde birbiri peşi sıra

gösterilen içi dolu üçgen ve yarım daire olarak gösterilmektedir. Yüksek basınç merkezleri ve alçak basınç merkezleri sırasıyla almanca olan H (Hoch: yüksek) ve T (Tief:düşük) harfleriyle gösterilmektedir. 850 hPa yüksek seviye basınç haritalarında düz siyah çizgiler jeopotansiyel yükseklikleri göstermekte olup 4 dam (1 dam=10 m) aralıklarla çizilmiştir. Beyaz düz çizgiler izotermi göstermekte olup 5 santigrad derece ($^{\circ}C$) aralıklarla gösterilmiştir. Ayrıca, sıcaklıklar daha hassas olacak şekilde renk skalası kullanılarak $2^{\circ}C$ aralıklarla da gösterilmiştir. Harita üzerindeki H ve T harfleri sırasıyla yüksek merkezi ve alçak merkezi göstermektedir.

Mega Şehir İstanbul'a ait sounding verileri Wyoming Üniversitesi'nin atmosferik sondaj (Skew-T Log P diagramlarının) verilerinin olduğu web sitesinden temin edilmiştir (University of Wyoming, 2020). Uydu görüntüleri ise National Aeronautics and Space Administration (NASA)'nın earthdata web sitesinden elde edilmiştir (NASA Earthdata, 2020). Uydu görüntülerinin uzaysal çözünürlükleri; 250 m, 500 m ve 1.000 m'dir (NASA Modis, 2020).

Çalışma periyodu olarak 01 Mart 2013 ile 01 Mart 2019 tarihleri arasındaki 6 yıllık periyod seçilmiştir. Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi tarafından ölçülen değerlerden maksimum ve minimum basınç değerlerine karşılık gelen günler tespit edilmiştir. Tespit edilen bu günlere karşılık gelen Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'ndaki PM_{10} değişimleri analiz edilmiştir. Basınç ile PM_{10} arasındaki ilişkiye tespit etmek için iki değişken arasındaki korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu iki epizod değerlerin ölçüldüğü günlere ait sinoptik ölçekte (L: yatay ölçeği göstermek üzere; $1000 \text{ km} < L < 5000 \text{ km}$; alçak ve yüksek basınç alanları, sinoptik siklonlar) analizler yapılmıştır (Borhan, 2006; Holton & Hakim, 2013). Bu analizlerde; sinoptik haritalar, 850 hPa yüksek seviye basınç haritaları ve uzaysal çözünürlüğü 1.000 m olan uydu görüntüleri kullanılmıştır.

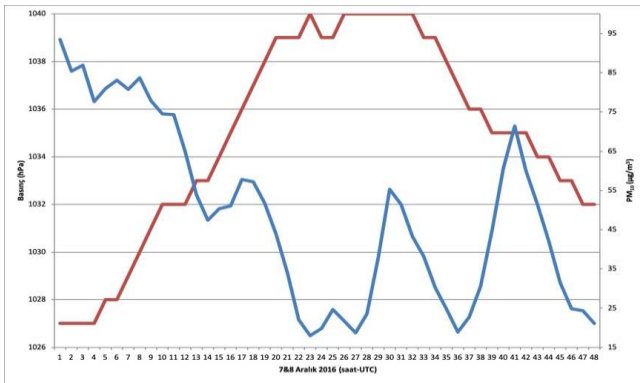
BULGULAR

Basınç ve PM_{10} Analizi: Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi tarafından ölçülen basınç değerleri 01 Mart 2013 ve 01 Mart 2019 tarihleri arasındaki 6 yıllık periyotta analiz edildiğinde en yüksek basınç değeri olan 1040 hPa olarak 08 Aralık 2016 tarihinde (Şekil 2) ve en düşük basınç değeri olan 990 hPa olarak 18 Ocak 2018 tarihinde (Şekil 3) ölçülmüştür. Basıncı ve PM_{10} 'deki değişimi daha iyi anlamak için bu iki farklı epizod gününün bir gün önceki günleri içinde, bu iki değişken için analiz yapılmıştır (Şekil 2, 3).

Basınç değeri 07 ve 08 Aralık 2016 tarihinde ters U şeklinde (Şekil 2) olarak maksimum 1040 hPa'la ulaşılmıştır. Bu iki günde basınç 1027 hPa ile 1040 hPa

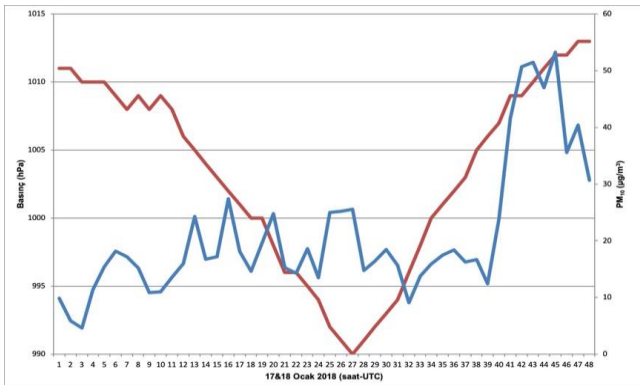
arasında değişmiştir. 48 saat içinde 1040 hPa'lık basınç değeri 8 saat boyunca devam etmiştir (Şekil 2). Bu süre boyunca basınç değerlerinde artış meydana gelirken PM₁₀ değerlerinde ise düşüş görülmüştür. Bu iki günde PM₁₀ değeri 18 µgm⁻³ ile 93,5 µgm⁻³ arasında değişmekte olup ortalama PM₁₀ değeri 48,8 µgm⁻³ olarak hesaplanmıştır.

Basınç değeri 17 ve 18 Ocak 2018 tarihinde V şeklinde (Şekil 3) değişerek 990 hPa'la kadar düşmüştür. Bu iki günde basınç 990 hPa ile 1013 hPa arasında değişmiştir. 48 saat içinde 990 hPa'lık basınç değeri 1 saat devam etmiştir (Şekil 3). Bu süre boyunca basınç değerlerinde düşüş meydana gelirken, PM₁₀ değerlerinde önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir. Bu iki günde PM₁₀ değeri 4,6 µgm⁻³ ile 53,3 µgm⁻³ arasında değişmekte olup ortalama PM₁₀ değeri 21,0 µgm⁻³ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2: 07 ve 08 Aralık 2016 tarihinde Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen basınçın (kırmızı çizgi) ve Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu tarafından ölçülen PM₁₀ (mavi çizgi) değerlerinin saatlik dağılımı.

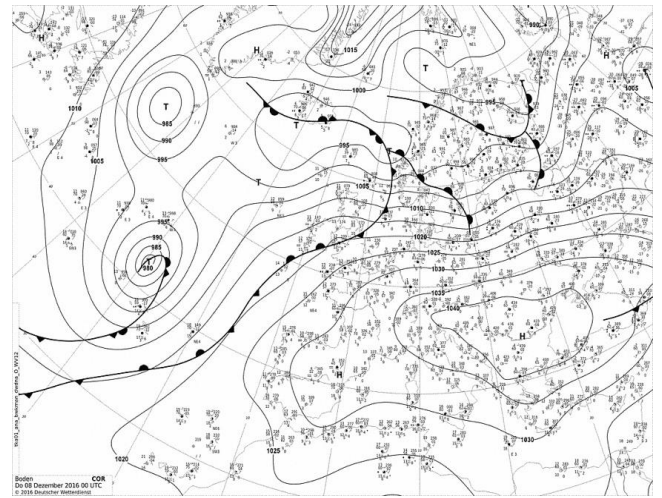
Figure 2: Hourly distribution of pressure (red line) measured at Atatürk International Airport on 07 and 08 December 2016 and PM₁₀ (blue line) values measured by Yenibosna Air Quality Monitoring Station.



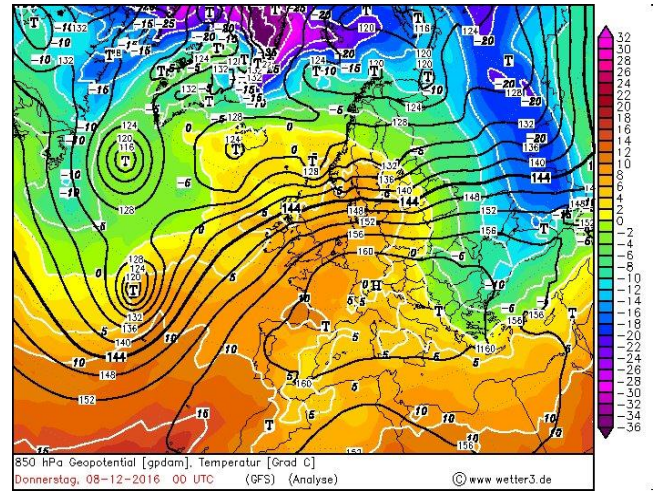
Şekil 3: 17 ve 18 Ocak 2018 tarihinde Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen basınçın (kırmızı çizgi) ve Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu tarafından ölçülen PM₁₀ (mavi çizgi) değerlerinin saatlik dağılımı.

Figure 3: Hourly distribution of pressure (red line) measured at Atatürk International Airport on 17 and 18 December 2016 and PM₁₀ (blue line) values measured by Yenibosna Air Quality Monitoring Station.

Sinoptik, Skew-T Log-P diyagramı ve MODIS Uydu Görüntüsü Analizi: Sinoptik ölçekteki harita analizlerine göre 08 Aralık 2016 tarihinde Balkanlar, Batı Karadeniz ve Türkiye'nin kuzey batı kesimlerini içine alan çok geniş bir alana yayılmış olan, cut-off yapmış 1040 hPa'lık yüksek basınç merkezi bulunmaktadır (Şekil 4). 850 hPa haritasında 160 dam'lık kontur Mega Şehir İstanbul üzerinden geçmektedir (Şekil 5). 785 hPa ile 662 hPa arasında yer yer enverzasyon ve izotermal tabakalar bulunmaktadır (Şekil 6). Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu görüntüsüne bakıldığında Mega Şehir İstanbul'un Avrupa Kıtası'nda bulunan bölümünde parçalı bulutluluk görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 4: 08 Aralık 2016 tarih ve 00:00 UTC saatine ait yer kartı.
Figure 4: Surface map of 08 December 2016 and 00:00 UTC.

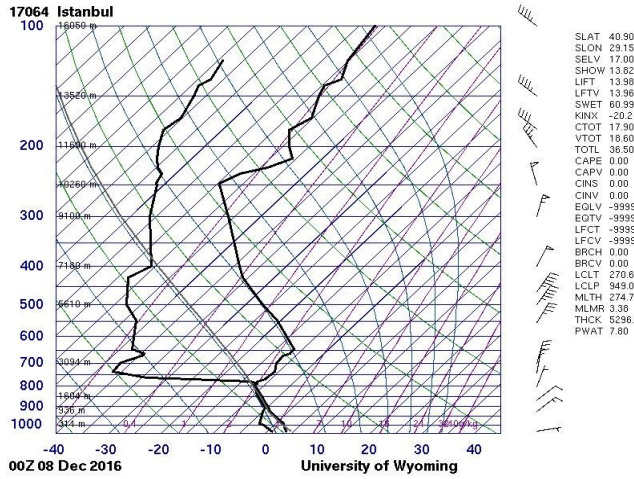


Şekil 5: 08 Aralık 2016 tarih ve 00:00 UTC saatine ait 850 hPa haritası.

Figure 5: 850 hPa map of 08 December 2016 and 00:00 UTC.

Sinoptik ölçekteki harita analizlerine göre; 18 Ocak 2018 tarihinde Mega Şehir İstanbul, Yunanistan, Bulgaristan ve Batı Karadeniz üzerinde konumlanmış olan 990 hPa'lık alçak basınç sistemi ve bu sisteme bağlı cephe sistemleri Kuzey Batı Türkiye'yi etkilemektedir (Şekil 8).

850 hPa haritasında 128 dam'lık kontur Mega Şehir İstanbul üzerinden geçmektedir. Ege Denizi üzerinde keskin trof yer almaktadır (Şekil 9). 991 hPa ile 351 hPa arasında pozitif lapse rate (enverziyon) bulunmaktadır (Şekil 10). MODIS uydu görüntüsüne bakıldığında Mega Şehir İstanbul'un tamamını kaplayan bulutluluk görülmektedir (Şekil 11).



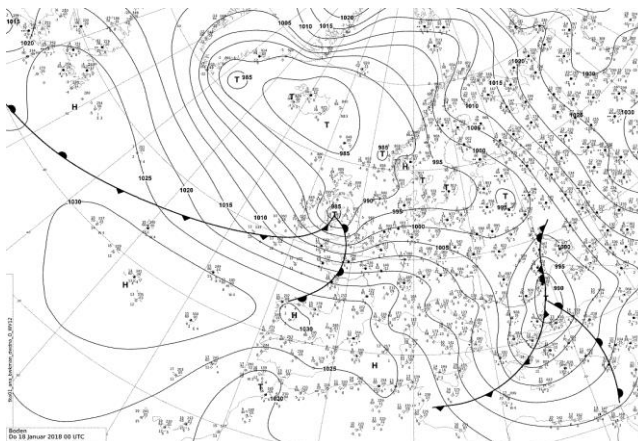
Şekil 6: 08 Aralık 2016 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait Skew-T Log P diagramı.

Figure 6: Skew-T Log P diagram for 08 December 2016 and 00:00 UTC.



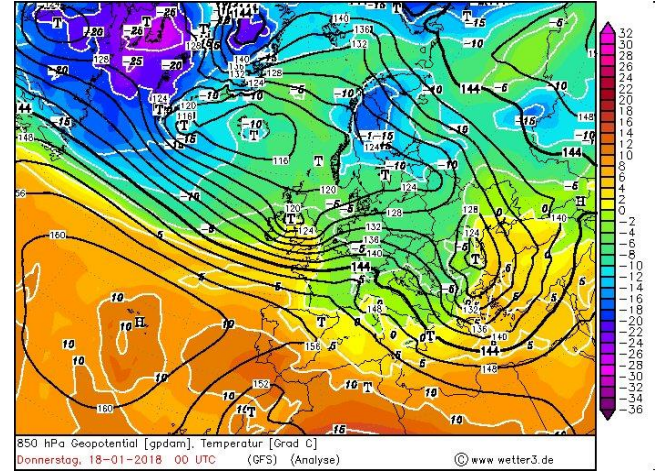
Şekil 7: 08 Aralık 2016 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait MODIS uydu görüntüsü.

Figure 7: MODIS satellite view of 08 December 2016 and 00:00 UTC.



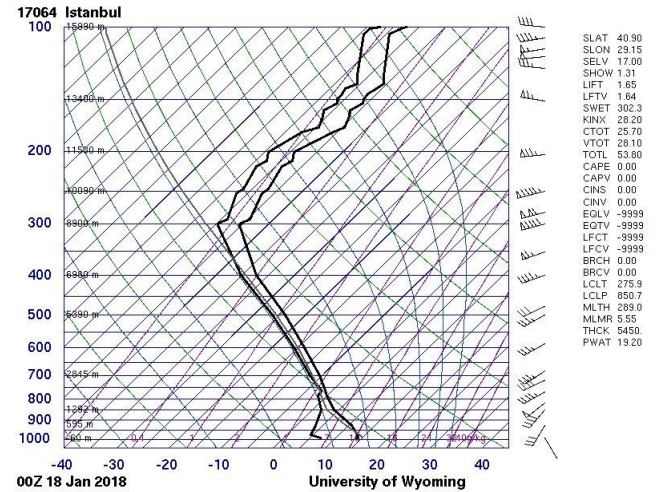
Şekil 8: 18 Ocak 2018 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait yer kartı.

Figure 8: Surface map of 18 January 2018 and 00:00 UTC.



Şekil 9: 18 Ocak 2018 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait 850 hPa haritası.

Figure 9: 850 hPa map of 18 January 2018 and 00:00 UTC.



Şekil 10: 18 Ocak 2018 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait Skew-T Log P diagramı.

Figure 10: Skew-T Log P diagram for January 18, 2018 and 00:00 UTC.



Şekil 11: 18 Ocak 2018 tarih ve 00:00 UTC saatinde ait MODIS uydu görüntüsü.

Figure 11: MODIS satellite view of 18 January 2018 and 00:00 UTC.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada 01 Mart 2013 ile 01 Mart 2019 tarihleri arasındaki 6 yıllık periyotta Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda ölçülen ekstrem basınç değerlerinin

ölçüldüğü günlerdeki basınç değerleri ile, havalimanına en yakın konumdaki hava kalitesi ölçüm istasyonu olan Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'ndan elde edilen PM₁₀ değerleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. En yüksek basıncın ölçüldüğü gün olan 08 Aralık 2016 tarihinde PM₁₀ değerinin en yüksek değeri 71,4 µgm⁻³, en düşük değeri 18,7 µgm⁻³ ve ortalama değeri de 36,4 µgm⁻³'dür. Bir gün öncesi olan 07 Aralık tarihinde 11:00 UTC ile 13:00 UTC ve 20:20 UTC ile 21:00 UTC arasında meydana gelen hafif yağmur hadiseleri partiküllerin ıslak çökme sonucunu yere inmesine neden olmuştur. Yine 07 Aralık tarihinde 06:50 UTC'de başlayan kuzeyli ortalama 10 knots'lık rüzgarlar zaman zaman ortalama 19 knots'ı bulurken 21:50 UTC'ye kadar devam etmiştir. Bu iki faktör 07 Aralık tarihinde, PM₁₀ değerlerinin hızlı bir şekilde düşmesine neden olmuştur (Şekil 2). En düşük basıncın olduğu zaman olan 18 Ocak 2018 tarihinde PM₁₀ değerinin en yüksek değeri 53,3 µgm⁻³, en düşük değeri 9,1 µgm⁻³ ve ortalama değeri de 26,5 µgm⁻³'dür. 17 Ocak tarihinde bütün gün ortalama 10 knots'ı geçen rüzgarlar meydana gelmiştir. Hamle değeri zaman zaman 25 knots'ın üzerine çıkmıştır. 18 Ocak gününde 02:50 UTC'ye kadar güneyli esen rüzgar bu saatte batıya dönerek hamlesi 30 knots'ı aşan rüzgar meydana gelmiştir. 12:20 UTC'ye kadar kuzeybatıdan hamlesi 35 knots'ı geçen rüzgarlar gözlemlenmiştir. Ayrıca 17 Ocak 21:20 UTC'de başlayan sağanak yağış 18 Ocak 13:50 UTC'de sona ermiştir. Yağışla birlikte partiküller ıslak çökme sonucu yer yüzeyine inmiştir.

Sahra Çölü'nden taşınan toz partikülleri 18 Nisan 2012 tarihinde diverjans sonucu yer seviyesine taşınmıştır. Bunun sonucu olarak, Yenibosna Hava Kalitesi İzleme İstasyonu'nda PM₁₀ değeri 136 µgm⁻³'den bir saat içinde 171 µgm⁻³ değerine çıkmış (bir saatle 35 µgm⁻³ artış) ve sonraki bir saatte de 114 µgm⁻³ değerine düşmüştür (bir saatte 57 µgm⁻³ düşüş) (Özdemir, 2019). Bu değişim miktarlarının yüksek olması sahra toz taşınımını sonucudur. Basıncıdaki gün içinde maksimum ve minimum değerlerine ulaşması sonucunda PM₁₀ 'de meydana gelen değişim miktarı diğer çevresel ve meteorolojik faktörlere bağlı olarak ölçülen değerleri de etkilemektedir. Kabataş vd., (2014) hava kalitesi modelleme sisteminin (RAQMS) sonuçlarını, Nisan 2008 tarihi için Türkiye'de bulunan (81 şehir) 118 hava kalitesi istasyonuna ait değerler ile karşılaştırmıştır. Hava kalitesi istasyonlarına ait PM₁₀ verilerine göre, 2008 yılı içerisinde ölçülen maksimum ortalama günlük PM₁₀ konsantrasyonu Sahra tozu taşınımının katkısıyla 14 Nisan 2008'de 170 µgm⁻³ olarak ölçülmüştür. Bu çalışma sahra tozu taşınımının Türkiye'deki yüksek PM₁₀ değerlerine katkı sağladığını göstermiştir. Ağaçayak vd., (2015) atmosferik 3D modelleme, uyduruları ve yerinde gözlemler kullanarak Türkiye'de meydana gelen bir toz taşınımını olayını

araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, Ege ve Marmara Bölgeleri'ni yoğun olarak etkileyen toz taşınım sırasında 23 Mart 2008'de günlük ortalama PM₁₀ değerleri Ege Bölgesi'nde 102,6 µgm⁻³ ve Marmara Bölgesi'nde 117,3 µgm⁻³ olarak ölçülmüştür. AOD değerleri ise aynı gün içerisinde RegCM4.1 model sonuçlarına göre Ege Bölgesi'nde 1,11; Marmara Bölgesi'nde ise 0,87 olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak; en yüksek basıncın ölçüldüğü 08 Aralık 2016 için kolerasyon katsayısı -0,74 ve en düşük basıncın ölçüldüğü 18 Ocak 2018 tarihi için kolerasyon katsayısı 0,29'dur (Kolerasyon hesaplamalarına ekstrem günlerin bir gün öncesi dahil edilmiştir). Yüksek basıncın meydana geldiği gündeki kolerasyon katsayısının r = -0,74 olması (0,6 < r ≤ 0,8: yüksek korelasyon) iki değişken arasında yüksek korelasyona işaret ederken, - (eksi) işareti de basınç artarken PM₁₀ değerlerinin azaldığına işaret eder. Yer seviyesinde, yüksek basınç alanlarının diverjans sahaları olmaları, buna karşın alçak basınç alanlarının konverjans sahaları olmaları nedeniyle yüksek basıncın olduğu zamanki PM₁₀ değerleri alçak basıncın olduğu zamanki PM₁₀ değerlerinden yüksek çıkmıştır. En yüksek basıncın olduğu gün basınç düz gidip azalırken, PM₁₀ değeri hem artmış hem de azalmıştır. En düşük basıncın olduğu gün basınç azalırken aniden artıyorken (çek işareti yapmış) PM₁₀ değeri de genel olarak azalmış, artmış ve azalmıştır. Ekstrem iki günde yağış olması ve ortalama 10 knots'ı geçen rüzgar değerleriyle birlikte hamleli olarak 35 knots'ı geçen rüzgar değerlerinin mevcudiyeti de PM₁₀ değerlerindeki değişimi etkilemiştir. En yüksek ve en düşük basınç değerlerinin ölçüldüğü günlerdeki saatlik basınç değişimleri ile saatlik ortalama PM₁₀ değerleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Bu durum, PM₁₀'deki değişimin doğrudan basınca bağlı olmadığını, diğer meteorolojik parametrelerin de etkili olabileceği durumların mevcut olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, verilerin elde edilmesindeki desteklerinden dolayı MGM'ye, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na teşekkür ederler. Ayrıca, yazarlar makalenin ilerlemesini sağlayan hakemlere ve yardımlarından dolayı İsmail Sezen'e de teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Ağaçayak, T., Kindap, T., Ünal, A., Pozzoli, L., Mallet, M. & Solmon, F. (2015). A case study for Saharan dust transport over Turkey via RegCM4.1 model. *Atmospheric Research*, **153**, 392-403.

- Borhan, Y. (2006).** *İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Dinamik Meteoroloji Ders Notları*, 47s.
- Cambridge Dictionary. (2020).** Erişim tarihi: 02 Haziran 2020, <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/megacity>.
- Çapraz, Ö., Efe, B. & Deniz, A. (2016).** Study on the association between air pollution and mortality in İstanbul, 2007-2012. *Atmospheric Pollution Research*, 7(1), 147-154.
- Çapraz, Ö., Deniz, A. & Doğan, N. (2017).** Effects of air pollution on respiratory hospital admissions in İstanbul, Turkey, 2013 to 2015. *Chemosphere*, 181, 544-550.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2020).** Erişim tarihi: 09 Haziran 2020, <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/hava-kalitesinde-pm10-ve-so2-ortalamalari-i-85734> & <https://kiathm.csb.gov.tr/sayfa=15>.
- EPA (United States Environmental Protection Agency). (2020).** Erişim tarihi: 13 Eylül 2020, <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>.
- Harita. (2020).** Erişim tarihi: 02 Haziran 2020, https://www.harita.gov.tr/images/urun/il_ilce_alanlari.pdf.
- Hava İzleme. (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020, <https://www.havaizleme.gov.tr/>.
- Holton, J.R. & Hakim, G.J. (2013).** *An Introduction to Dynamic Meteorology*. Fifth Edition, Elsevier,UK, 81-85p.
- Kabatas, B., Unal, A., Pierce, R., Kindap, T. & Pozzoli, L. (2014).** The Contribution of Saharan dust in PM₁₀ concentration levels in Anatolian Peninsula of Turkey. *Science of Total Environment*, 488-489, 413-421.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020. <https://www.mgm.gov.tr/>.
- NASA Earthdata. (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020, <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>.
- NASA Modis. (2020).** Erişim tarihi: 10 Haziran 2020. <https://modis.gsfc.nasa.gov/data/>
- Özdemir, E. T., Sezen, İ., Efe, B. & Deniz, A. (2013).** İstanbul'da BLSA (Savrulan Kum)' un ve Epizodik PM₁₀ Konsantrasyonlarının Sinoptik Analizi. *I. Meteorolojik Uzaktan Algılama Çalıştayı*, 5-7 Kasım 2013, Antalya, Türkiye, 225-242.
- Özdemir, E. T., Deniz, A., Yavuz, V., Doğan, N. & Akbayır, İ. (2018).** Investigation of Fog-Air Quality Relationship in İstanbul. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(1), 30-36.
- Özdemir, E. T. (2019).** Investigations of a Southerly Non-Convective High Wind Event in Turkey and Effects on PM₁₀ Values: A Case Study on April 18, 2012. *Pure and Applied Geophysics*, 176(10), 4599-4622. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02240-1>
- Özdemir, E. T., Çapraz, Ö. & Deniz A. (2020).** Analysis of Air Pollutants at Extreme Pressure Values in İstanbul, Turkey. *1st International Conference on Applications of Air Quality in Science and Engineering (ICAAQSE 2020)*, 10-12 Feb 2020, Kuwait, 571-575.
- TÜİK. (2020).** Erişim tarihi: 02 Haziran 2020, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temel> list.
- University of Wyoming. (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020. <http://www.weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>.
- Wetter3. (2020).** Erişim tarihi: 10 Ocak 2020. <http://www1.wetter3.de/>.
- World Population Review. (2020).** Erişim tarihi: 02 Haziran 2020. <https://worldpopulationreview.com/world-cities/>.



Bodrum Sel ve Hortum Felaketi: 29 Kasım 2018 Olay Araştırması ^[*]

Oğuzhan KOLAY^{1*} Emrah Tuncay ÖZDEMİR² Ömer YETEMEN³

¹ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Milas-Bodrum Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi, 48200, Milas, Muğla, Türkiye.

² Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Atatürk Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi, 34149, Yeşilköy, İstanbul, Türkiye.

³ İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, 34469, Maslak, İstanbul, Türkiye.

Geliş/Received: 28.06.2020

Kabul/Accepted: 01.10.2020

Atf yapmak için: Kolay, O., Özdemir, E.T. & Yetemen, Ö. (2020). Bodrum Sel ve Hortum Felaketi: 29 Kasım 2018 Olay Araştırması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 491-497.

How to cite: Kolay, O., Özdemir, E.T. & Yetemen, Ö. (2020). Flash Flood and Tornado Disaster in Bodrum: Case Study of November 29, 2018. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 491-497.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-2335-2450>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4764-1625>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-1593-3519>

*Sorumlu yazarın:

Oğuzhan KOLAY
Meteoroloji Genel Müdürlüğü Milas-Bodrum
Uluslararası Havalimanı Meteoroloji Ofisi
48200, Milas, Bodrum, Türkiye.
✉: oguzhankolay@gmail.com
Cep telefonu : +90 (505) 570 66 26
Telefon : +90 (252) 523 01 25
Faks : +90 (252) 523 01 25

Öz: 29 Kasım 2018 tarihinde 10:00 UTC'de Bodrum (Muğla) Yarımadası'nın güneyinde başlayan gök gürültülü sağanak yağış, devam eden saatler içinde şiddetini artırmış ve yarımada geneline yayılmıştır. 15:00 UTC'ye kadar aralıksız şekilde devam eden yağış sonucunda, Bodrum Kaymakamlığı'ndan alınan resmi rapora göre 175 konut, 140 işyeri ve 60 araç hasar görmüş, ilçenin altyapısında büyük zarar oluşmuştur. Bu çalışmanın amacı, meydana gelen bu şiddetli gök gürültülü sağanak yağışı; yer gözlemleri (otomatik meteoroloji gözlem istasyonları (OMGI)), yer kartı, yüksek seviye meteorolojik ürünler (Skew-T Log-P diyagramı ve 500 hPa seviye haritası), radar ürünleri (Maximum Display (MAX), Surface Rainfall Intensity (SRI) ve RAINN), uydu görüntüleri (HRV-IR10.8 kompozit uydu görüntüsü) ve sayısal model ürünleri (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ve Application of Research to Operations at Mesoscale (AROME)) yardımı ile araştırarak analiz etmektir. Elde edilen sonuçlara göre; oraj hüccresinin maksimum eko değerinin 60 dBZ'e yaklaştığı ve bulut tepe yüksekliğinin de 15 km civarına ulaştığı tespit edilmiştir. Bölge üzerinden geçen trofa (oluk) bağlı sağanak hattı, bu hortum ve sel felaketinin yaşanmasına neden olmuştur. Yer gözlemlerinin, oluşan yağışı analiz etmede yetersiz kaldığı ve meteorolojik uzaktan algılamamanın, özellikle radar ürünlerinin hem gözlem hem de kısa vadeli hava öngörüsü için ne kadar önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ani sel, Bodrum, hortum, radar görüntüsü, su baskını, uydu görüntüsü.

Flash Flood and Tornado Disaster in Bodrum: Case Study of November 29, 2018

Abstract: On 29 November 2018, the thunderstorm with shower that started at 10:00 UTC over the south portion of Bodrum (Muğla) Peninsula, later it increased its severity in the following hours and spread throughout the peninsula. As a result of the rain, which continued uninterruptedly until 15:00 UTC. According to the official report from the Bodrum District Governorate, 175 houses, 140 workplaces, and 60 vehicles were damaged, and major damages occurred in the infrastructure of the district. The aim of this study is to analyze the heavy thunderstorm with help of ground observations (automated meteorological observation stations (OMGI)), surface pressure charts, upper-level charts (Skew-T Log-P diagram and 500 hPa charts), radar products (Maximum Display (MAX), Surface Rainfall Intensity (SRI) and RAINN), satellite images (HRV-IR10.8 composite satellite image), numerical weather prediction products (European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), and Application of Research to Operations at Mesoscale (AROME)). According to the analyze results, it was determined that the maximum echo value of the thunderstorm cell approached 60 dBZ and the height of the cloud top reached up to 15 km. The rain band connected to the trough passing through the region caused this tornado and flash flood. It is concluded that the ground observations are insufficient in determining the precipitation and meteorological remote sensing, especially radar products are quite important for both observation and short-term weather forecasts.

Keywords: Bodrum, flash flood, radar products, satellite products, tornado.

^[*] Bu çalışma "29 Kasım 2018 Bodrum (Muğla) Selinin İncelenmesi" bildirisinin güncellenmiş ve gözden geçirilmiş halidir. *Bildiri, IV. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, 11-15 Kasım 2019, Antalya'da sunulmuş ve bildiriler kitabında basılmıştır (Kolay vd., 2019).*

GİRİŞ

Bodrum, Türkiye'nin güneybatısında yer alan, Muğla İli'ne bağlı, Yunanistan'a ait On İki Adalar (Dodecanese) ile denizden komşu ve Bodrum Yarımadası üzerinde yer alan bir ilçedir. İlçe merkezi, yarımada'nın güneydoğusunda konumlanmıştır (Şekil 1). Bodrum, Türkiye'nin en önemli turizm merkezlerinden biri olup, 2019 yılı itibarı ile nüfusu 175 bin 435'dir (TÜİK, 2020).



Şekil 1. Bodrum İlçesi'nin konumu (ArcGIS Webmap, 2020).
Figure 1. Position of Bodrum District (ArcGIS Webmap, 2020).

29 Kasım 2018'de yerel saat ile 14:00 civarında, On İki Adalar'a bağlı Kos (İstanköy) Adası'nın güneybatı açıklarında gözlemlenen hortumun (Şekil 2a) hemen ardından Bodrum Yarımadası'nın güneyinden itibaren başlayan çok şiddetli gök gürültülü sağanak yağmur ve dolu hadisesi meydana gelmiştir. Özellikle, Bodrum İlçe Merkezi, Konacık ve Bitez Bölgeleri'nde etkili olmuştur. Aşırı yağışlarla birlikte, bölgede bulunan dere yatakları taşarak birçok noktada su baskınlarına sebep olmuştur. Taşıtlar oluşan sele kapılarak sürüklenmiştir (Şekil 2b). Yağış sonucunda herhangi bir can kaybı yaşanmamıştır. Ana arterler su baskını sebebiyle geçici olarak kapanmıştır (Şekil 2c) (NTV, 2020). Aşırı yağışlarla ilgili olarak Bodrum Kaymakamlığı'ndan alınan resmi rapora göre, sel felaketinden zarar gören 175 konut ve 140 iş yeri için acil yardım ödeneği ve altyapı tesislerinde oluşan zarar içinde Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'ndan alt yapı hasar ödeneği talep edilmiştir.

Türkiye'de vuku bulan şiddetli yağış hadiselerini inceleyen belli başlı çalışmalara bakıldığında, rapor edilen başlıca ekstrem meteorolojik parametreler ve bunlara eşlik edilen radar araştırmaları aşağıda verilmiştir. 15 Temmuz 2013 tarihinde Esenboğa Uluslararası Havalimanı'nda meydana gelen şiddetli gök gürültülü fırtına sırasında en yüksek maksimum rüzgar hamle değeri 60,9 knot olarak ölçülmüştür. 14 dakikalık zaman aralığında 16,2 mm yağış meydana gelmiştir. Radar eko reflektivite değeri maksimum 57 dBZ olarak ölçülmüştür (Özdemir & Deniz, 2016).

Atatürk Uluslararası Havalimanı'nda meydana gelen gök gürültülü fırtınalar 2008 ile 2013 yılları arası için araştırılmıştır. Araştırmada Convective Available Potential

Energy (CAPE) ve Convective Inhibition (CIN) değerleri istatistiksel olarak analiz yapılarak ve bu havalimanı için konveksiyon eşik değerlerine göre sınıflandırma yapılmıştır (Özdemir vd., 2017).



Şekil 2. Yağış öncesinde deniz üzerinde gözlemlenen hortum (a), selde sürüklenen araçlar (b), trafiğe kapanan Bodrum - Turgutreis Karayolu (c) (NTV, 2020).

Figure 2. The waterspot that observed over the sea before the precipitation (a), the vehicles drifting in the flood (b), Bodrum - Turgutreis motorway was closed to the traffic (c) (NTV, 2020).

31 Ağustos 2017 tarihinde Trabzon Şehrinin Yomra ilçesinde dolu yağışı meydana gelmiştir. Dolunun çapı yaklaşık 1.5 cm'dir. Türkiye'de ilk defa kullanılan Thunderstorm Identification Tracking Analysis and Nowcasting (TITAN) yazılım programı meteorolojik analizler için kullanılmıştır. Bu çalışmada, 62,5 dBZ reflektivite değerine ulaşan oraj hücresi tespit edilmiştir (Özdemir vd., 2019).

Ekstrem değerlerin meydana geldiği meteorolojik olaylar birçok can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu olayların tahmin edilmesinde ve sonradan analiz edilmesinde gelişen teknolojiyle birlikte kullanım alanı genişleyen meteorolojik uzaktan algılama ürünleri kullanılmaktadır. Türkiye'de ve dünyada bu ürünlerinin kullanıldığı birçok akademik çalışma bulunmaktadır (Sirdas vd., 2017; Özdemir vd., 2018; Özdemir vd., 2019; Özdemir, 2019; Özdemir & Yetemen, 2019; Özdemir & Kolay, 2020; Yavuz vd., 2020).

Bu çalışmanın amacı, 29 Kasım 2019 tarihinde Bodrum İlçesi'nde meydana gelen şiddetli gök gürültülü sağanak yağış ve hortum olayını; yer gözlemleri, radar ürünleri, uydu görüntüleri ve sayısal model ürünleri yardımı ile araştırarak analiz etmektir. Bu şiddetli meteorolojik olay sinoptik (yatay ölçeği L ile göstermek üzere; $1000 \text{ km} < L < 5000 \text{ km}$; sinoptik siklonlar), mezo ölçek ($100 \text{ km} < L < 1000 \text{ km}$; cepheler, sağanak hatları) ve küçük ölçekte ($1 \text{ km} < L < 100 \text{ km}$; kümülüs bulutu) incelenerek, oluşum mekanizmaları açıklanmaya çalışılmıştır (Borhan, 2006; Holton & Hakim, 2013). Ayrıca çalışmada meteorolojik yer gözlemleri ve Sayısal Hava Tahmini (SHT) model çıktıları da analiz edilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan yer gözlem verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) meteorolojik gözlem ağı bünyesinde yer alan otomatik meteoroloji gözlem istasyonlarından (OMGİ), meteorolojik veri bilgi satış ve sunum sistemi (MEVBİS) aracılığı ile elde edilmiştir (MEVBİS, 2019). Araştırma için, yağış ölçümü yapan Bodrum ve Turgutreis Deniz Meteoroloji İstasyonları seçilmiştir. İstasyonlara ait saatlik yağış miktarları, rüzgar yön ve şiddet değerleri, aktüel basınç ve sıcaklık verileri tablo halinde düzenlenmiş (Tablo 1) ve analiz edilmiştir.

Atmosferik parametreleri analiz edebilmek amacıyla MGM'nin kendi iletişim sağlayıcısı olan intranet sistemine bağlı SHT sayfasından alınan model haritaları kullanılmıştır (SHT, 2019). Kurum dışından erişim sağlanamamaktadır. Analiz için ECMWF ve AROME model çıktıları kullanılmıştır. ECMWF sayısal tahmin modeli İngiltere'de yer alan ECMWF tarafından geliştirilen geniş ölçekli hidrostatik bir hava tahmin modelidir. Her 12 saatte bir yatayda 9 km düşeyde ise 137 katman çözünürlükte çalıştırılarak 10 güne kadar çıktılar üretilir (ECMWF, 2020). AROME ise Meteo-France tarafından 2008 yılından bu yana operasyonel olarak kullanılan bir sınırlı alan hava tahmin modelidir. Kısa vadeli olarak kuvvetli hava olaylarının tahmininde kullanılmaktadır (UMR-CNRM, 2020). Araştırmada kullanılan çıktılar; deniz seviyesine indirilmiş eş basınç haritaları, 500 hPa seviyesi eş sıcaklık ve eş jeopotansiyel yükseklik haritaları, 24 saatlik toplam yağış haritası ve dikey sondaj (Skew-T Log-P) diyagramlarıdır.

Analiz edilen radar ürünleri, MGM Uzaktan Algılama Şube Müdürlüğü'nden alınan Muğla Radarı ürünleridir. Muğla radarı, Muğla, Marmaris'te 960 m irtifada, 30 m yükseklikte bir kule üzerinde yer almaktadır. Radarın çalışma bölgesine yatay uzaklığı 81,1 km'dir. Radar ışınları ile çalışma bölgesi arasında herhangi bir engel bulunmamakta ve en düşük ışın yüksekliği 376 m'de yer almaktadır (UZAL, 2020). Çalışmada, bu ürünlerden üretilen, Maximum Display (MAX) ve Surface Rainfall Intensity (SRI) ve 6 saatlik toplam yere düşen yağış miktarını hesaplayan RAINN ürünleri analiz edilmiştir. MAX ürünü her bir radar pikselinde yer alan en yüksek eko değerini görüntüleyen üründür. Şiddetli hava sahalarının görüntülenmesini sağlar. SRI, her bir radar pikseli için yağış şiddetini hesaplayarak görüntüleyen radar ürünüdür. Bu hesaplamayı ampirik Z-R bağıntısı ile yapar. RAINN ise her bir radar pikseli için N saatlik toplam yağış hesaplamasını yaparak görüntüleyen üründür (MGM, 2020).

Çalışmada kullanılan uydu verileri, European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT) User Services Client (USC) web arşiv sayfası üzerinden temin edilmiştir (EUMETSAT, 2019). EUMETSAT üzerinden temin edilen veri, University

Corporation for Atmospheric Research (UCAR) Community Programs, Integrated Data Viewer (IDV) yazılımı ile görüntülenmiş ve analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere Meteosat Second Generation (MSG) 0° uydusu, Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager (SEVIRI) Level 1.5 verileri içinden high resolution visible (HRV) ve Infrared (IR) 10.8 kanalları, IDV yazılımı yardımı ile kombine edilmiş ve renklendirilmiştir. Böylece konvektif yapıların rahatlıkla görülebildiği bir son ürün ortaya çıkarılmıştır. IDV yazılımında işlenerek elde edilen HRV-IR 10.8 kompozit uydu ürününde kırmızıya doğru gidildikçe bulut tepe sıcaklığı azalmakta, mavi yönünde ise yükselmektedir. Ayrıca, ürünün alt katmanında bulunan HRV kanalında, güneş ışığının, bulut tepelerinden yansımaları sebebiyle bulutların görünürlüğü artmaktadır. Üretilen ürünlerde parallax düzeltilmesi yapılmamıştır. Parallax etkisi, uydunun pozisyonu ile bulutların pozisyonu arasındaki fark ve bulutların yerden yüksekliği sebebi ile bulutların buldukları konumdan farklı bir noktada görülmesidir. Uydunun, Ekvatorial Batı Afrika'da, 0° boylamı üzerinde, yani olay bölgesine göre güneybatıda bulunduğu düşünülürse, hücrelerin de görüldüklerinden daha güneybatıda yer aldıkları anlaşılabilir (Radová & Seidl, 2008).

BULGULAR

Yer Gözlemleri: Bodrum ve Turgutreis Deniz İstasyonları'ndan (Şekil 1) alınan gözlem verileri (Tablo 1) incelendiğinde, olayın yaşandığı saatlerde ölçülen meteorolojik verilerin normale yakın değerler olduğu ve gerçekleşen yağışın kısa süren bir sağanak hadisesi olduğu düşünülmektedir. Bodrum OMGİ'de 09:00 UTC ile 15:00 UTC arasında ölçülen yağış miktarı 5,6 mm, Turgutreis Deniz OMGİ'de ölçülen miktar ise 11,6 mm'dir. Sadece, 10:00 UTC ile 11:00 UTC arasında yaklaşık 4°C civarında azalan sıcaklık değerleri, yağışın şiddetli olabileceğine dair bir ipucu vermektedir. Bodrum ve Turgutreis Deniz İstasyonları'nda ölçülen deniz suyu sıcaklığı ise 19 °C'dir.

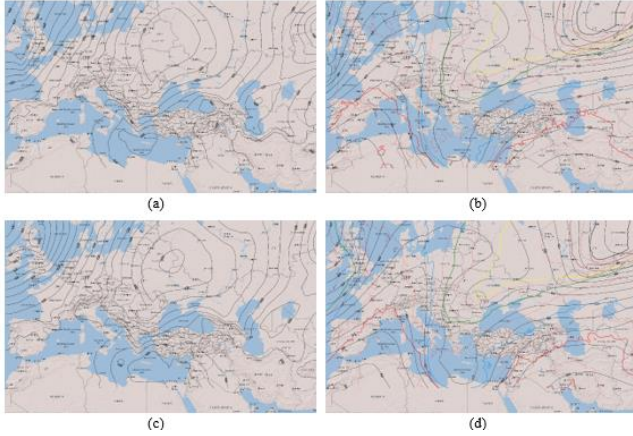
SHT Model Ürünleri: MGM'in SHT sayfasından alınan, 29 Kasım 2018 tarihine ait 06:00 UTC yer kartına göre Yunanistan'ın güneyinde bulunan 1012 hPa'lık alçak basınç merkezi, Türkiye'nin güney batısı üzerinde etkili olmaktadır (Şekil 3a). 500 hPa seviyesine baktığımızda ise, Sibirya üzerinde bulunan alçak merkeze bağlı keskin oluşun (V şeklinde), Balkanlar ve Yunanistan üzerinden Libya'ya kadar uzandığı ve olukla birlikte uzanan soğuk havanın -20 °C ile -22,5 °C sıcaklığa sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3b).

12:00 UTC yer kartını analiz ettiğimizde, alçak basınç merkezi doğuya doğru hareket ederek, Doğu Akdeniz'in tamamında etkili olmaya başlamıştır (Şekil 3c). 500 hPa yüksek seviye haritasında ise soğuk oluk doğuya

doğru hareket ederek ve etki alanını genişleterek Yunanistan ve Ege Denizi üzerine yerleşmiştir (Şekil 3d).

Table 1. Bodrum ve Turgutreis Deniz İstasyonları'na ait 29 Kasım 2018 tarihli saatlik meteorolojik gözlem verileri.
Table 1. Hourly meteorological observation data of Bodrum and Turgutreis Sea Stations on the 29th of November 2018.

Saat (UTC)	Bodrum				Turgutreis Deniz			
	Saatlik Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Aktüel Basınç (hPa)	Rüzgar Yönü (°) ve Şiddeti (m/sn)	Saatlik Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Aktüel Basınç (hPa)	Rüzgar Yönü (°) ve Şiddeti (m/sn)
00	0,0	13,0	1009,0	21° 0,8	0,0	15,9	1011,0	126° 4,4
01	0,0	14,4	1008,7	84° 1,1	0,0	15,9	1010,5	123° 5,0
02	0,0	14,7	1008,2	86° 2,3	0,0	15,8	1010,1	124° 4,1
03	0,0	15,1	1008,3	77° 2,1	0,0	17,0	1010,3	134° 3,7
04	0,0	15,3	1008,9	75° 2,5	0,0	16,4	1011,0	113° 3,8
05	25,4	15,5	1008,9	65° 2,8	3,8	16,7	1011,0	128° 3,3
06	0,2	15,9	1009,0	62° 2,7	0,0	16,6	1011,1	107° 4,1
07	0,0	16,4	1008,7	75° 2,6	0,0	16,8	1010,8	111° 3,3
08	1,0	16,4	1009,1	97° 2,7	1,0	17,5	1011,1	127° 4,2
09	0,0	16,8	1008,5	97° 2,7	0,0	17,4	1010,6	119° 4,2
10	0,0	17,3	1007,7	74° 3,3	5,0	17,2	1009,8	126° 4,0
11	-	16,7	1008,1	349° 2,4	0,8	13,6	1010,7	33° 4,1
12	4,0	12,1	1007,7	22° 4,1	1,6	12,3	1010,1	75° 2,5
13	-	12,4	1008,8	21° 3,6	2,8	13,1	1011,1	81° 2,4
14	0,4	11,9	1007,6	34° 2,4	0,0	13,2	1009,6	84° 3,0
15	1,2	12,0	1007,9	45° 3,7	1,4	12,8	1009,7	100° 2,1
16	0,3	12,3	1008,3	65° 4,1	0,4	14,6	1010,5	110° 4,5
17	0,2	12,2	1008,5	63° 3,2	0,0	13,6	1010,4	102° 4,4
18	0,0	12,0	1007,9	33° 2,4	0,0	13,9	1010,0	33° 3,8
19	0,0	11,9	1008,3	38° 1,7	0,0	13,6	1010,6	71° 2,8
20	0,0	12,2	1008,1	23° 1,8	0,0	12,8	1010,5	79° 1,1
21	0,0	12,1	1007,9	30° 1,9	0,0	13,1	1010,1	78° 1,6
22	0,0	12,2	1007,8	326° 1,9	0,0	13,3	1010,2	75° 1,0
23	-	12,0	1007,9	5° 0,8	0,0	13,3	1009,7	60° 1,1

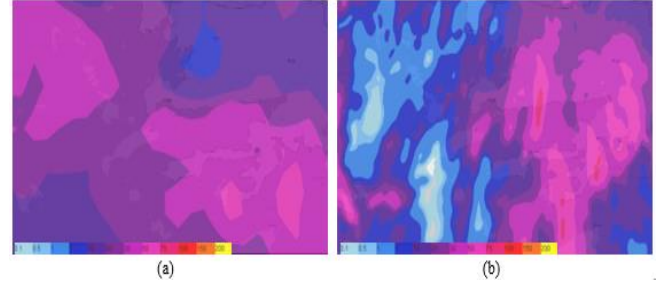


Şekil 3. 29 Kasım 2018 tarihine ait ECMWF modeli, 06:00 UTC yer kartı (a), 06:00 UTC 500 hPa sıcaklık-jeopotansiyel yükseklik kartı (b), 12:00 UTC yer kartı (c), ve 12:00 UTC 500 hPa sıcaklık-jeopotansiyel yükseklik kartı (d).

Figure 3. ECMWF model charts on the 29th of November, 2018, 06:00 UTC surface pressure chart (a), 06:00 UTC 500 hPa temperature-geopotential height chart (b), 12:00 UTC surface pressure chart (c), 12:00 UTC 500 hPa temperature-geopotential height chart (d).

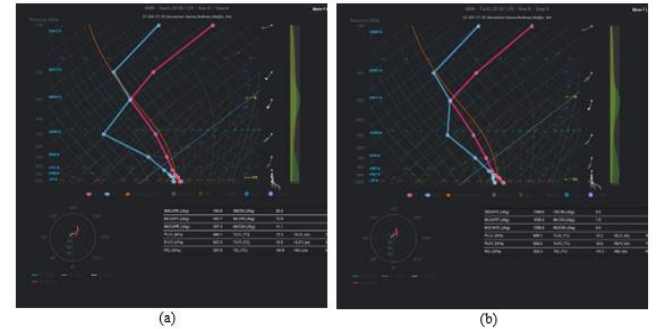
ECMWF (Şekil 4a) ve AROME (Şekil 4b) modellerinin tahmin ettiği 24 saatlik toplam yağış haritalarına göre, modellerin olay bölgesi için hesapladığı yağış miktarları iki model içinde birbirine yakın olup, yaklaşık olarak 20 mm ile 30 mm aralığındadır.

AROME modelinin ürettiği dikey atmosferik bilgilerinin işlendiği Skew-T Log-P kartlarının incelenmesinde ilk dikkat çeken nokta yüksek CAPE rakamlarıdır. 06:00 UTC'de (Şekil 5a) 759,9 j/kg olan yer temelli CAPE, 09:00 UTC'de (Şekil 5b) 1369 j/kg'a yükselmiştir. Lifting condensation level (LCL), 06:00 UTC'de (Şekil 5a) 551,8 m iken, 09:00 UTC'de (Şekil 5b) 480,2 m'ye inmiştir.



Şekil 4. 29 Kasım 2018 tarihine ait ECMWF (a) ve AROME (b) 24 saatlik toplam yağış tahmin modeli haritaları.

Figure 4. ECMWF (a) and AROME (b) 24 hour total precipitation charts on the 29th of November, 2018.

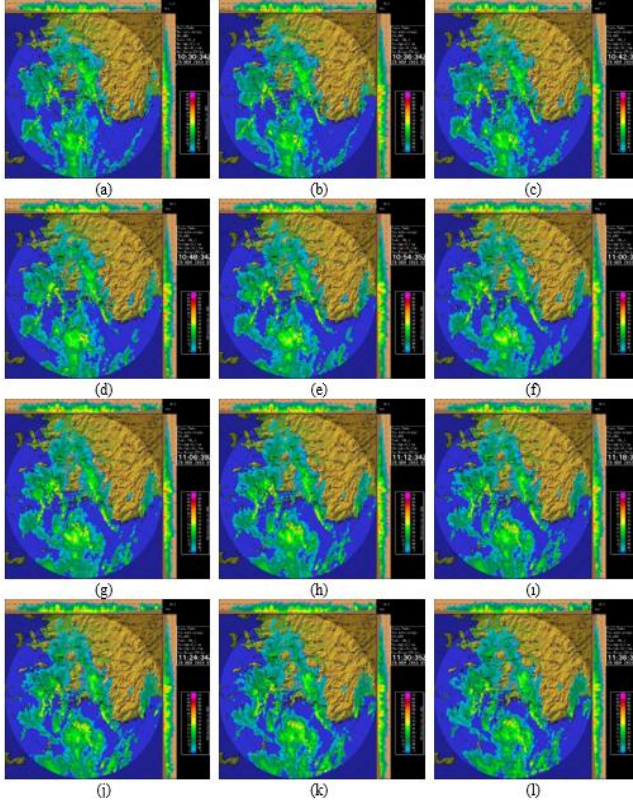


Şekil 5. 29 Kasım 2018 tarihine ait 06:00 UTC (a) ve 09:00 UTC (b) AROME modeli Skew-T Log-P kartları.

Figure 5. AROME model Skew-T Log-P charts of 06:00 UTC (a) and 09:00 UTC (b) on the 29th November, 2018.

Radar Ürünleri: Muğla radarına ait MAX ürünleri incelendiğinde 10:30 UTC'de (Şekil 6a) 50 dBZ üzerinde ekoya sahip olan hücre Bodrum'un güneybatısında dikkat çekmektedir (Şekil 6). Bu konvektif hücre, kuzey-kuzeydoğu yönünde ilerlemektedir. 10:54 UTC'de (Şekil 6e) hücrenin maksimum eko değerinin 60 dBZ'e yaklaştığı ve bulut tepe yüksekliğinin de 15 km civarına ulaştığı görülmektedir. Bu değerlerle 11:18

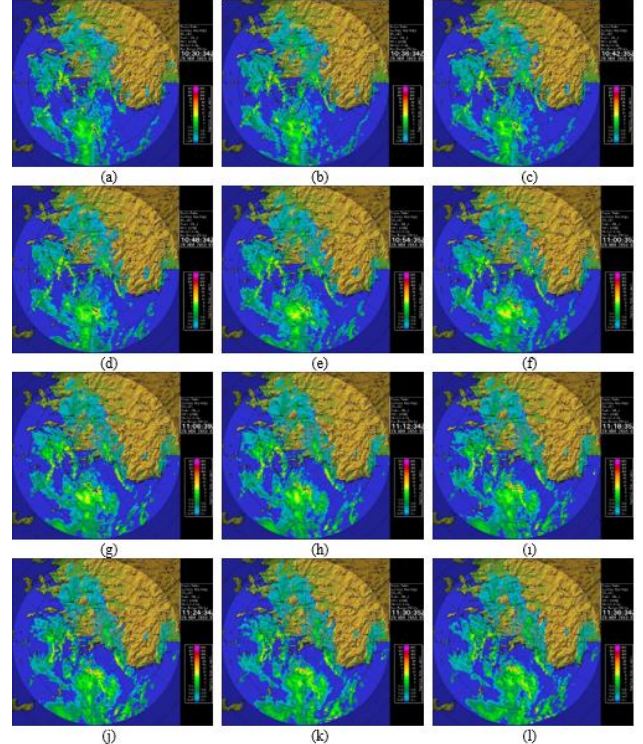
UTC'ye (Şekil 6ı) kadar devam eden hücrenin, bu dakika itibariyle, eko değeri 50 dBZ ve tepe yüksekliği 10 km civarına düşmüştür. Bu durum, şiddetli yağışın 10:50 UTC ila 11:30 UTC (13:50 ile 14:30 lokal saat) arasında yaşanmış olabileceğini göstermektedir.



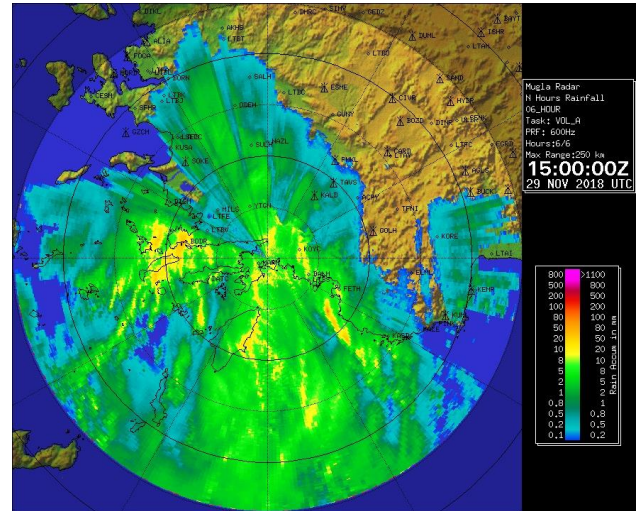
Şekil 6. 29 Kasım 2018 tarihine ait 10:30 UTC (a), 10:36 UTC (b), 10:42 UTC (c), 10:48 UTC (d), 10:54 UTC (e), 11:00 UTC (f), 11:06 UTC (g), 11:12 UTC (h), 11:18 UTC (i), 11:24 UTC (j), 11:30 UTC (k) ve 11:36 UTC (l) Muğla Radarı MAX ürünleri.
Figure 6. Muğla Radar MAX products of 10:30 UTC (a), 10:36 UTC (b), 10:42 UTC (c), 10:48 UTC (d), 10:54 UTC (e), 11:00 UTC (f), 11:06 UTC (g), 11:12 UTC (h), 11:18 UTC (i), 11:24 UTC (j), 11:30 UTC (k) and 11:36 UTC (l) on the 29th of November, 2018.

Radar yazılımı tarafından hesaplanan yer seviyesi yağış yoğunluğunu gösteren SRI ürünlerini incelediğimizde, 10:48 UTC (Şekil 7d) ile 11:36 UTC (Şekil 7l) saatleri arasında, olay bölgesinde saatlik 100 mm'in üzerinde değerlere sahip yağış noktaları görülebilmektedir (Şekil 7). Bu yağış süresi ve yoğunluğu göz önüne alındığında, bölgeye ortalama saatlik 100 mm civarında yağış düşmüş olabileceği düşünülmektedir. Bu değerler de hem basınçtaki değişim saatleriyle, hem de MAX ürünlerindeki değerlerle örtüşmektedir.

6 saatlik yere düşen toplam yağışı hesaplayan RAINN görüntüsü incelendiğinde, su baskınları ve hasarların yaşandığı bölgede toplam 100 mm civarında bir değer okunabilmektedir (Şekil 8). Buna karşılık, Bodrum OMGİ üzerindeki değer 20 mm ile 50 mm, Turgutreis Deniz OMGİ üzerindeki değer ise 10 mm civarlarındadır.



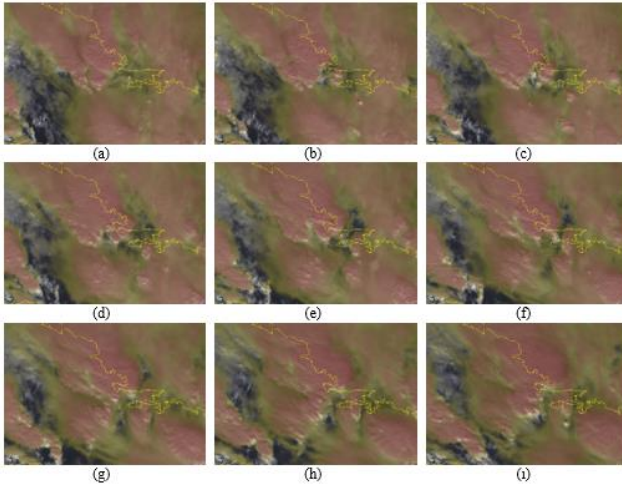
Şekil 7. 29 Kasım 2018 tarihine ait 10:30 UTC (a), 10:36 UTC (b), 10:42 UTC (c), 10:48 UTC (d), 10:54 UTC (e), 11:00 UTC (f), 11:06 UTC (g), 11:12 UTC (h), 11:18 UTC (i), 11:24 UTC (j), 11:30 UTC (k) ve 11:36 UTC (l) Muğla Radarı SRI ürünleri.
Figure 7. Muğla Radar SRI products of 10:30 UTC (a), 10:36 UTC (b), 10:42 UTC (c), 10:48 UTC (d), 10:54 UTC (e), 11:00 UTC (f), 11:06 UTC (g), 11:12 UTC (h), 11:18 UTC (i), 11:24 UTC (j), 11:30 UTC (k) and 11:36 UTC (l) on the 29th of November, 2018.



Şekil 8. 29 Kasım 2018 tarihine ait 15:00 UTC Muğla Radarı 6 saatlik RAINN ürünü.
Figure 8. Muğla Radar, 15:00 UTC 6 hour RAINN product on the 29th of November, 2018.

Uydu Ürünleri: HRV-IR10.8 kompozit görüntülerine bakıldığında, 09:30 UTC'de (Şekil 9a) Datça Yarımadası'nın kuzeyinde ve batısında oluşan iki ayrı konvektif yapının, 10:00 UTC'de (Şekil 9c) Bodrum'un hemen güneyinde birleşerek ve hızlı bir şekilde gelişerek

kuzey yönünde ilerlediği görülmektedir (Şekil 9). Uydu görüntüleri 15 dakikalık zamansal çözünürlüğe sahiptir. Kullanılan uydu ürünlerinde kırmızı renk tonları düşük sıcaklıkları, mavi renk tonları ise yüksek sıcaklıkları ifade etmektedir. Oluşan yeni hücre 11:30 UTC'ye (Şekil 9i) kadar Bodrum Yarımadası üzerinde etkili olmaya devam etmektedir. 10:30 UTC (Şekil 9e), 10:45 UTC (Şekil 9f) ve 11:00 UTC (Şekil 9g) görüntülerinde, hücrenin belirgin biçimde tepe yaptığı tespit edilmiştir. Ayrıca, yoğun kırmızı tonları, bulut tepe sıcaklığının çevreye göre daha düşük olduğunu belirtmektedir. Buradan yola çıkarak, etkili yağışın muhtemel dakikalarının 10:30 UTC (Şekil 9e) ile 11:30 UTC (Şekil 9i) arası olduğu düşünülmektedir. Araştırma yapılırken parallax hatası göz önünde bulundurulmuştur (Parallax etkisinden bölüm 2'de bahsedilmiştir).



Şekil 9: 29 Kasım 2018 tarihine ait 09:30 UTC (a), 09:45 UTC (b), 10:00 UTC (c), 10:15 UTC (d), 10:30 UTC (e), 10:45 UTC (f), 11:00 UTC (g), 11:15 UTC (h) ve 11:30 UTC (i) arasındaki HRV-IR10.8 uydu ürünleri.

Figure 9: HRV-IR10.8 satellite products of 09:30 UTC (a), 09:45 UTC (b), 10:00 UTC (c), 10:15 UTC (d), 10:30 UTC (e), 10:45 UTC (f), 11:00 UTC (g), 11:15 UTC (h) and 11:30 UTC (i) on the 29th of November, 2018.

SONUÇ VE TARTIŞMA

29 Kasım 2018 tarihinde, öğle saatlerinde Bodrum Yarımadası'nın güneyinde, deniz üzerinde gözlemlenen hortum ve devamında başlayan kuvvetli yağış yaklaşık 1 saat devam etmiştir. Şiddetli gök gürültülü sağanak yağmur, Bodrum İlçe Merkezi, Bitez ve Konacık bölgesinde su baskınlarına sebep olmuş, birçok taşıt sele kapılarak hasar görmüştür.

Bodrum ve Turgutreis Deniz OMGİ verilerine göre, bu ölçekte bir yağışa dair işaretlere, sıcaklık değişimi hariç rastlanılmamaktadır. Bu şiddetli ve büyük hasara sebep olan bu hadise meteorolojik kayıtlarda görülmemektedir. Yağış miktarlarının düşük olmasının

sebebi bu şiddetli meteorolojik olayın bu iki istasyon arasında meydana gelmiş olmasıdır.

Güney Ege ve Doğu Akdeniz üzerindeki 1012 hPa'lık alçak basınç merkezi ve 500 hPa seviyesindeki derin oluk ile -22,5 °C'lik soğuk hava ile birlikte 19 °C'lik deniz yüzey sıcaklığı, konvektif hareketin oluşması ve gelişmesi için oldukça uygun bir ortam sağlamıştır. Bunlara ek olarak, AROME modeline ait Skew-T Log-P diyagramları da atmosferik şartların kuvvetli konveksiyon için uygun olduğunu göstermektedir.

Muğla radarı ait MAX ürünlerinde, olay saatinde gözlemlenen 50 dBZ üzeri ekolar ve 15 km'ye ulaşan bulut tepe yüksekliği değerleri, konvektif yapının oldukça güçlü olduğunu göstermektedir. SRI ürünlerine ise, bölge genelinde saatlik ortalama 50 mm ile 100 mm civarında olan ve yer yer saatlik 100 mm'i geçen yer seviyesi yağış yoğunluğu değerleri dikkat çekmektedir. Ayrıca, RAINN ürününde, olay bölgesinde hesaplanan 6 saatlik toplam 100 mm yağışın miktarının su baskınlarına sebebiyet verebileceği görülmektedir. OMGİ'lerdeki toplam yağış rakamları; Turgutreis Deniz OMGİ'de hesaplanan rakam 10 mm civarı, ölçülen rakam 11,6 mm ve Bodrum OMGİ'de hesaplanan rakam 20 mm ile 50 mm, ölçülen 5,6 mm'dir. Bodrum OMGİ'de oluşan farkın, eksik yağış kayıtları ile alakası olduğu düşünülebilir.

Uydu görüntülerinde gözlenen düşük bulut tepe sıcaklığı değerleri, yapının yüksek dikine harekete sahip olduğunu ve böylece kuvvetli bir yapı olduğunu göstermektedir. Ayrıca 10:30 UTC ile 11:00 UTC arasında belirgin tepe yapması da yapının gücüne dair bir işaretir.

Sonuç olarak, bölge üzerinden geçen trofa bağlı sağanak hattı bu hortum ve sel felaketinin yaşanmasına neden olmuştur. Uzaktan algılama ürünleri, bölgede gerçekleşen felakete dair belirgin izler taşımaktadır. Yer gözlemleri ise bu durumu tam olarak yansıtmamaktadır. Bu durum, meteorolojik açıdan hem gözlem hem de tahmin aşamasında, uzaktan algılama ürünlerinin ne kadar önemli olduğunu açıkça göstermektedir. Ayrıca, Bodrum Yarımadası genelindeki OMGİ sayısının, Bodrum'un yaşadığı sel felaketleri göz önüne alındığında, yeterli olmadığı, özellikle yarımadanın doğu-batı doğrultusunda orta bölgelerinde bir veya daha fazla noktaya, yağış ölçer ve hâlihazır hava sensörü içeren istasyonların kurulmasının araştırma ve tahmin açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, meteorolojik verilerin elde edilmesindeki desteklerinden dolayı MGM'ye ve değerli görüşleri ve emekleri için de editör ve hakemlere teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- ArcGIS Webmap.** (2020). Erişim tarihi: 23 Haziran 2020. [WEB: arcgis.com/home/webmap/viewer.html](http://arcgis.com/home/webmap/viewer.html).
- ECMWF.** (2020). Erişim tarihi: 23 Haziran 2020. <https://www.ecmwf.int/en/research/modelling-and-prediction/atmospheric-dynamics>.
- Borhan, Y.** (2006). *Dinamik Meteoroloji Ders Notları*, 47.
- EUMETSAT.** (2019). Erişim tarihi: 11 Eylül 2019. <https://archive.eumetsat.int/usc/>.
- Holton, J. R. & Hakim, G. J.** (2013). *An Introduction to Dynamic Meteorology*. Fifth Edition, Elsevier,UK, 81-85p.
- Kolay, O., Özdemir, E.T. & Yetemen, O.** (2019). 29 Kasım 2018 Bodrum (Muğla) Selinin İncelenmesi. *IV. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu*, 11-15 Kasım 2019, Antalya, Türkiye, 54. sıra, <http://uzalmet.mgm.gov.tr/Site/Program.aspx>.
- MEVBİS.** (2019). Erişim tarihi: 11 Eylül 2019, <https://mevbis.mgm.gov.tr>.
- MGM.** (2020). Erişim tarihi: 23 Haziran 2020, [WEB: mgm.gov.tr/genel/meteorolojiradarlari.aspx](http://mgm.gov.tr/genel/meteorolojiradarlari.aspx).
- NTV.** (2020). Erişim tarihi: 20 Haziran 2020, <https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/bodrumu-saganak-yagis-vurdu,UExIDF23sEGEXvLUyBynnw/puvmylslpUmEtjEiY-LgZA>.
- Özdemir, E.T. & Deniz, A.** (2016). Severe thunderstorm over Esenboğa International Airport in Turkey on 15 July 2013. *Weather*, **71**(7), 157-161.
- Özdemir, E.T., Deniz, A., Sezen, I., Aslan, Z. & Yavuz, V.** (2017). Investigation of thunderstorms over Ataturk International Airport (LTBA), Istanbul. *Mausam*, **68**(1), 175-180.
- Özdemir, E.T., Korkmaz, F.M. & Yavuz, V.** (2018). Synoptic analysis of dust storm over Arabian Peninsula: A case study on Feb, 28, 2009. *Natural Hazards*, **92**(2), 805-827. DOI: 10.1007/s11069-018-3226-y.
- Özdemir, E.T., Yavuz, V., Deniz, A., Karan, H., Kartal, M. & Kent, S.** (2019). Squall line over Antalya: A case study of the events of 25 October 2014. *Weather*, **74**(S1), 1-6. DOI: 10.1002/wea.3459.
- Özdemir, E.T.** (2019). Investigations of a southerly non-convective high wind event in Turkey and effects on PM 10 values: A case study on April 18, 2012. *Pure and Applied Geophysics*, **176**(10), 4599-4622.
- Özdemir, E.T. & Yetemen, O.** (2019). Deniz etkisi artırılmış kar yağışının meteorolojik analizi 17-19 Şubat 2015 İstanbul olayı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, **4**(2), 115-121. DOI: 10.35229/jaes.574817.
- Özdemir, E.T., Kolay, O. & Yetemen, O.** (2019). A case study of rural area hail storm in Yomra, Trabzon, on August 31, 2017. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**(2), 243-250. DOI: 10.35229/jaes.573842.
- Özdemir, E.T. & Kolay, O.** (2020). Meteorological analysis of fatal Istanbul helicopter accident on Mar 10, 2017. *Int. J. Of Global Warming*, **20**(4), 341-352.
- Radová, M. & Seidl, J.** (2008). Parallax applications when comparing radar and satellite data. *In the 2008 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference*, Darmstadt, Germany (in September).
- SHT.** (2019). Erişim tarihi: 15 Eylül 2019. <http://sht.mgm.gov.tr/sht/>.
- Sirdas, S.A., Özdemir, E.T., Sezen, İ., Efe, B. & Kumar, V.** (2017). Devastating extreme Mediterranean cyclone's impacts in Turkey. *Natural Hazards*, **87**(1), 255-286.
- TÜİK.** (2020). Erişim tarihi: 23 Haziran 2020, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>.
- UMR-CNRM.** (2020). Erişim tarihi: 23 Haziran 2020. [WEB: umr-cnrm.fr/spip.php?article120&lang=en](http://umr-cnrm.fr/spip.php?article120&lang=en).
- UZAL** (2020). Erişim tarihi: 23 Haziran 2020. <http://uzal.mgm.gov.tr/radar.aspx>.
- Yavuz, V., Özdemir, E. T., Deniz, A.** (2020). Nowcasting of a Thunderstorm: The Case Study of 2 February, 2015 At Istanbul Ataturk International Airport. *Mausam*, **71**(1), 21-32.



Üniversite Öğrencilerinin Balık Tüketim Tercihlerine İlişkin Anket Çalışması: Fırat Üniversitesi Örneği [*]

Ayfer ÖNDAŞ Muhsine DUMAN*

Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Elazığ, Türkiye

Geliş/Received: 10.07.2020

Kabul/Accepted: 12.10.2020

Atıf yapmak için: Öndaş, A. & Duman, M. (2020). Üniversite Öğrencilerinin Balık Tüketim Tercihlerine İlişkin Anket Çalışması: Fırat Üniversitesi Örneği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 498-505

How to cite: Öndaş, A. & Duman, M. (2020). Survey Study of Fish Consumption Preferences of University Students: A case of University of Fırat. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 498-505.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-8042-7738>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-9780-7078>

***Sorumlu yazarın:**

Muhsine DUMAN
Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Elazığ, Türkiye.
✉: mduman@firat.edu.tr
Cep telefonu : +90 (506) 922 39 47
Telefon : +90 (424) 237 00 00 / 4535
Faks : +90 (424) 238 62 87

Öz: Bu çalışmada, Fırat Üniversitesi'nde farklı bilim alanlarında öğrenim gören öğrencilerin balık tüketim alışkanlıkları ve tercihlerini belirlemek amacıyla, 2017-2018 eğitim-öğretim yılında 950 üniversite öğrencisi üzerinde anket uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, öğrencilerin, %25,3'ü sosyal bilimler, %25,8'i fen ve mühendislik, %24,2'si sağlık ve %27,4'ü eğitim alanında öğrenim gören öğrencilerden oluşmuştur. Ankete katılan öğrencilerin et türü tercihleri sırasıyla; %35,6 tavuk etini, %33,9 kırmızı eti, %23,5 hem kırmızı hem de beyaz eti ve %7,1 ile balık eti olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların balığı tercih etme nedeni %28'i besleyici ve sağlıklı beslenmede önemli ve %16,1'inin ise aileden gelme alışkanlıktan dolayı olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların, %40,7'si ayda bir, %19,9'u haftada bir-iki kez, %14,6 'sı yılda bir ya da üç kez balık eti tükettikleri saptanmıştır. Öğrencilerin %26,8'i konserve balık ürünlerini tercih ettiklerini, %34'ü ise işlenmiş balık ürünlerini hiç tercih etmediklerini bildirilmiştir. Öğrenim gruplarına göre, sosyal bilimler alanında eğitim alan öğrencilerin %42,5'i, fen ve mühendislik alanında eğitim alan öğrencilerin %34,3'ü, sağlık alanında eğitim alan öğrencilerin %44,8'i ve eğitim alanında öğrenim gören öğrencilerin %41,7'sinin balığı ayda bir kez tükettikleri saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Balık, Öğrenci, Tüketim, Anket.

Survey Study of Fish Consumption Preferences of University Students: A case of University of Fırat

Abstract: This study is to determine the fish consumption habits and preferences of the students studying in different scientific fields at Fırat University. The survey was carried out in 2017-2018 academic year with a total of 950 university students. According to the results of the research, 25.3% of the students were consisted of social sciences, 25.8% of the students in science and engineering, 24.2% of the students in health and 27.4% of the students in education. Students' meat types preferences were 36.6% chicken meat, 33.9% red meat, 23.5% both red meat and white meat, 7.1% fish. The reason for preferring the fish was 28% of the participants stated that fish meat is important in the nutritious and healthy diet and 16.1% preferred it because of the habit of family. 40.7% of the respondents reported that they consume fish once a month, 19.9% once and twice a week. The ratio of those consuming one or three times a year is 14.6%. It was determined that 26.8% of the students preferred canned fish products and 34% of them did not prefer processed fish products. According to the education groups, 42.5% of the students in social sciences, 34.3% of the students in science and engineering, 44.8% of the students in health field and 41.7% of the students in education were found to consume fish once a month.

***Corresponding author's:**

Muhsine DUMAN
Fırat University, Faculty of Fisheries, Aquaculture Fishing and Processing Technology Department, Elazığ, Turkey.
✉: mduman@firat.edu.tr
Mobile telephone : +90 (506) 922 39 47
Telephone : +90 (424) 237 00 00 / 4535
Fax : +90 (424) 238 62 87

Keywords: Fish, Students, Consumption, Survey.

[*] Bu çalışma, Ayfer ÖNDAŞ'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This study was produced from Ayfer ÖNDAŞ's master thesis.

GİRİŞ

Beslenme; büyüme, gelişme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için en temel gereksinimlerden biridir. Bu da ancak iyi bir beslenme alışkanlığı ile mümkündür (Besler vd., 2015). Günümüzde, yeterli ve dengeli beslenme konusunda her geçen gün daha da duyarlı davranmaya başlayan tüketiciler beslenmelerinde sağlık açısından uygun gıdalar seçmeye özen göstermektedirler (Özden vd., 2008).

İnsan vücudunun gereksinim duyduğu hemen hemen tüm besin maddelerini en uygun miktar ve oranda içeren balık, yetersiz ve dengesiz beslenme sorununun çözümlenmesinde üzerinde önemle durulması gereken hayvansal gıda kaynaklarından birisidir. Özellikle biyolojik değeri yüksek ve proteinlerce zengin olduğu bilinmektedir. Balık eti, insan vücudunun sentezleyemediği ve besinlerle alınması zorunlu olan amino asitleri yeterli miktarda ve uygun oranlarda kapsayan proteinleri içermektedir. Ayrıca balık eti özellikle uzun zincirli çoklu doymamış omega-3 yağ asitleri arasında yer alan EPA ve DHA ile mineral ve vitamin açısından da en önemli bir kaynaktır (Gökoğlu, 2002; Varlık vd., 2004; Çaklı, 2007; Petricorena, 2015).

Ülkemizde protein ihtiyacını karşılayabilecek zengin balık kaynakları olmasına rağmen, halkımızda balık tüketim alışkanlığı yaygın olmadığı için bu kaynaktan yeterince faydalanamamaktadır. Genel anlamda da Türkiye’de kişi başı balık tüketim miktarları gelişmiş ülkelerin oldukça gerisindedir. Dünyada ortalama balık tüketim miktarı kişi başı 18,93 kg/yıl; AB ortalaması ise 22,86 kg/yıl’dır (FAO, 2018) Türkiye’de kişi başına su ürünleri tüketimi 2017 yılında 5,49 kg iken bu rakam 2019 yılında 6,26 kg seviyesine yükselmiştir (TÜİK, 2019). Üstelik ülkemiz su ürünleri tüketiminin özellikle sahil şeridinde yaygın olduğu, iç kesimlerde tüketimin çok daha düşük olduğu belirlenmiştir (Erdal ve Esengül, 2008). Sağlık yönünden oldukça önemli olan balığın tüketim miktarlarının artırılmasının gelecek nesiller üzerinde olumlu etkisinin olacağı bir gerçektir.

Beslenme anne karnından yaşlılığa kadar insan yaşamının her döneminde önemli olmakla birlikte, üniversite gençliği içinde ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü üniversitelerde eğitim gören gençlerin birçoğu alıştıkları aile ortamından uzakta yaşamak durumunda kalmaktadır. Üniversite öncesinde öğrencilerin beslenme alışkanlıklarının aile yaşamının gerektirdiği şekilde devam ederken, üniversite ile birlikte farklılaşan yaşam şekli öğrencilerin beslenme davranışlarını da değiştirebilmektedir. Değişen beslenme davranışları üniversite öğrencisinin zihinsel ve fiziksel durumunu ilgilendirdiği gibi üniversite performansını da dolaylı olarak etkileyebilmektedir (Erten, 2006). Bu çalışma ile genellikle genç nüfusu temsil eden ve

yetişkin olabilme yönünde çabalar sarf eden bir grubu oluşturan üniversite öğrencilerinin balık tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Fırat Üniversitesi’nde farklı bilim alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencileri üzerinde yürütülmüştür. Araştırma kapsamına alınan Sosyal (İktisat ve İdari Bilimler, İlahiyat, İletişim, İnsani ve Sosyal Bilimler), Fen ve Mühendislik (Fen, Mimarlık, Mühendislik, Teknoloji ve Su Ürünleri), Sağlık (Sağlık Bilimleri, Spor Bilimleri, Tıp, Diş Hekimliği ve Veteriner) ve Eğitim Bilimleri alanında öğrenim gören toplam öğrenci sayısı 29.670 olup, %95 güven aralığı ve %5 hata oranı ile örneklem büyüklüğü 950 (Sosyal Bilimler 240, Fen ve Mühendislik 245, Sağlık 230 ve Eğitim 235) öğrenci araştırmanın örneklemini oluşturmuştur. Araştırma bu farklı bilim alanlarda okuyan rastgele seçilen ve gönüllülük esasına uygun olarak ankete katılmayı kabul eden öğrencilere uygulanmıştır.

Veri toplama aracı olarak, bazı araştırmacıların anketlerden yararlanılarak, modifiye edilmiş anket formu kullanılmıştır (Çolakoglu vd., 2006; Çadır ve Duman, 2013; Kula ve Smiechowska, 2016; Bayraktar vd., 2019). Anket açık ve kapalı uçlu sorular içermekte ve iki bölüme ayrılmıştır. Birinci bölümünde anketi yanıtlayan kişinin demografik özelliklerinin (cinsiyet, yaş, fakülte aylık bireysel gelir durumu ve ailenin sosyo-ekonomik göstergeleri) belirlenmesi amacıyla; ikinci bölümünde ise katılımcıların tüketim davranışlarını belirlemeye yönelik sorular kullanılmıştır.

Araştırmadan elde edilen veriler SPSS® 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) istatistik paket programında değerlendirilmiştir. SPSS paket programında frekans dağılımları alınarak frekans ve çapraz tablolar oluşturulmuştur. Kategorik değişkenler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemek için Ki-kare Bağımsızlık Testi (Çapraz tablo analizi) yapılmış ve istatistiksel anlam düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu’ndan onay alınarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Öğrencilerin Sosyo-Demografik Özellikleri: Ankete katılan öğrencilerin öncelikle sosyo-demografik özellikleri cinsiyet, yaş, eğitim alanı, yaşadığı yer, üniversite eğitimi süresince kaldığı yer ve bireysel aylık net gelir incelenmiştir. Demografik özellikler araştırmaya alınan

öğrencilerin tamamı için ortaya konulmuş ve Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin sosyo-demografik özellikleri.
Table 1. Socio-demographic characteristics of the students.

İncelenen Faktörler	n	%
Cinsiyet		
Kız	447	47,1
Erkek	503	52,9
Yaş Aralığı		
18-23	802	84,4
24-29	128	13,5
30-35	18	1,9
36-41	2	0,21
Eğitim profili		
Sosyal	240	25,3
Fen ve Mühendislik	245	25,8
Sağlık	230	24,2
Eğitim	235	24,7
Yaşadığı yer		
İl	638	67,2
İlçe	203	21,4
Belde	58	6,1
Köy	51	5,4
Üniversite eğitimi süresince kalınan yer		
Aile ile	239	25,2
Akrabaların yanı	84	8,8
Devlet yurdu	353	37,2
Özel yurt	118	12,4
Evde tek başına	52	5,5
Evde ev arkadaşı ile	104	10,9
Bireysel aylık gelir		
≤470 TL	391	41,2
471-1000TL	286	30,1
1001-1500TL	130	13,7
1501-2000	82	8,6
2001-2500TL	43	4,5
≥2501TL	18	1,9

Araştırmaya katılan 950 öğrencinin %52,9’u (n=503) erkek, %47,1’i (n=447) kızdır. Öğrencilerin %84,4’ü 18-23 yaş arası, %13,5’i 24-29 yaş arası, %1,9’u ise 30-35 yaş arasında olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin, %25,3’ü (n=240) sosyal bilimler, %25,8’i (n=245) fen ve mühendislik, %24,2’si (n=230) sağlık, %27,4 (n=235) ise eğitim alanında öğrenim gören öğrencilerden oluşmuştur. Ankete katılan üniversite öğrencilerinin genel olarak erkek öğrenci sayısı ile kız öğrenci sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Ankete katılan öğrencilerin %67,2’si illerde ve %21,4’ü ise ilçelerde gelen öğrenciler oluşturmuştur.

Ankete katılan öğrencilerin %25,2’si ailesi ile birlikte, %8,8’i akrabaların yanında, %37,2’si devlet yurdunda, %12,4’i özel yurtda, %5,5’i evde tek başına ve %10,9’u arkadaşları ile birlikte öğrenci evinde kaldığı belirlenmiştir.

Öğrencilerin bireysel aylık geliri %41,2’sinin düşük (470 TL ve altında), %30,1’inin orta (471-1000TL) ve %28,7’sinin geliri ise (1001 TL ve üzeri) iyi olarak belirlenmiştir.

Katılımcı Öğrencilerin Balık Eti Tüketim Alışkanlıkları ve Tüketim Davranışları: Katılımcı öğrencilerin balık eti tüketim alışkanlıkları ve tüketim davranışlarına ilişkin elde edilen veriler genel olarak Tablo 2’de verilmiştir. Balık etinin besin değeri hakkında bilginiz var mı sorusuna öğrencilerin %14,5’i balık etinin besin

değeri hakkında bilgi sahibi olmadığı, %39’u ise kısmen bilgi sahibi olduklarını ifade etmişlerdir.

Katılımcıların %34,4’ü tatlı su balıklarını, %28’ deniz balıklarını ve %34’ü ise hem deniz hem de tatlı su balıklarını tercih ettiği görülmüştür. Deniz balıklarında en çok hamsi (%33,3) tatlı su balıklarında ise en fazla alabalığı (%56,9) tercih ettikleri tespit edilmiştir. Katılımcıların balık eti tüketim şekli %34,8’lik oranla kızartma olurken, %32,6 oranında ızgara, %7,1 oranında buğulama yönünde tercih bildirmişlerdir.

Katılımcı öğrencilerin %34’ü işlenmiş balık ürünlerini hiç tercih etmediklerini, %26,8’i konserve ve %19,1’i ise dondurulmuş balık ürünlerini tercih ettiklerini ifade etmişlerdir.

Ankete katılan öğrenciler balığı satın alırken dikkat ettikleri hususlardan en önemlisi olarak balığın tazeliği (%68,9) ve türü (%20,4) olmuştur. Balığın taze olup olmadığına katılımcıların %33,4’ü balığın solungaçlarına, %30,6’sı gözlerine bakarak karar verdikleri ve %20,7’si ise balığın tazeliği konusunda satıcıya güvendiklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 2. Katılımcıların tüketim alışkanlıkları ve tüketim davranışları.

Table 2. Fish consumption habits and consumption behaviours of the respondents.

İncelenen Faktörler	n	%
Balık etinin besin değerini biliyor musunuz		
Evet	440	46,3
Hayır	138	14,5
Kısmen	372	39,2
En çok tercih ettiğiniz balık türü		
Deniz balıkları	266	28,0
Tatlı su balıkları	327	34,4
Her ikisi	323	34,0
Hiçbiri	34	3,6
Deniz balıklarından hangisini tercih ediyorsunuz		
Hamsi	316	33,3
Palamut	184	19,4
Lüfer	178	18,7
İstavrit	111	11,7
Kefal	29	3,1
Çipura	49	5,2
Diğerleri	83	8,7
Tatlısu balıklarında hangisini tercih edersiniz		
Sazan	84	8,8
Alabalık	541	56,9
Tatlı su kefalı	146	15,4
Göl balığı	91	9,6
Karabalık	28	2,9
Diğerleri	60	6,3
İşlenmiş balık ürünlerinde tüketim tercihiniz		
Soğutulmuş	84	8,8
Dondurulmuş	181	19,1
Konserve	255	26,8
Dumanlanmış	87	9,2
Hiç biri	323	34,0
Diğerleri	20	2,1
Balık satın alırken nelere dikkat edersiniz		
Hangi tür olduğuna	194	20,4
Taze olmasına	655	68,9
Fiyatına	66	6,9
Diğerleri	35	3,7
Balık satın alırken taze olup olmadığına karar verirken dikkat ettiğiniz özellik nelerdir		
Gözler	291	30,6
Solungaç	317	33,4
Deri parlaklığı	145	15,3
Satıcıya güven	197	20,7

Katılımcı öğrencilerin et tercihleri Tablo 3’de verilmiştir. Araştırmada, edinilen sonuçlara göre genel toplamda katılımcıların %35,6’sı tavuk eti, %33,9’u kırmızı

eti, %23,5'i hepsi (balık, tavuk, kırmızı et) ve %7,1'i ise balık etini tercih etikleri saptanmıştır.

Cinsiyet değişkenliğine göre; erkeklerin balık tüketim oranı % 6,4, tavuk eti % 41,9, kırmızı et %31,6 ve hepsini (balık, tavuk, kırmızı et) tüketenlerin oranı ise % 20,1 olduğu belirlenmiştir. Bu oranlar kızlarda ise balık % 7,8, tavuk eti % 28,4, kırmızı et %36,5 ve hepsini tüketenlerin oranı ise %27,3 olduğu tespit edilmiştir. Buna göre erkeklerin kızlara göre tavuk etini daha çok, kızların ise kırmızı eti erkekler göre daha çok tükettikleri saptanmıştır. Cinsiyete göre bireylerin et türü tercihlerinde gözlenen bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($X^2=19,805$, $p<0,05$).

Sosyal bilimler alanında okuyan katılımcıların %7,1'i balık, %30,4'ü tavuk eti, %28,7'si kırmızı et ve hepsini tüketenlerin oranı ise %33,8 olduğu belirlenmiştir. Fen ve mühendislik alanında bu oranlar balık eti %10,2, tavuk eti %27,3, kırmızı et %33,9 ve hepsini tercih edenlerin oranı ise %28,6 olarak saptanmıştır. Sağlık alanında eğitim alan öğrencilerin %4,8'i balık eti, %41,3'ü tavuk eti, %36,5'i kırmızı et ve %17,4'ü ise hepsini tercih ettikleri görülmüştür. Eğitim alanında ankete katılan öğrencilerin %6'sı balık eti, %43,8'i tavuk eti, %36,6'sı kırmızı et ve %13,6'sı ise hepsini tercih ettikleri bulunmuştur. Buna göre fen ve mühendislik alanında eğitim gören öğrenciler balık etini (%10,2) diğer eğitim alanlarına göre daha çok tercih ettikleri saptanmıştır. Farklı eğitim alanlarına göre öğrencilerin et türü tercihlerinde gözlenen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($X^2=48,319$, $p<0,05$).

Ankete katılan öğrencilerin genel, cinsiyet ve eğitim alanlarına göre balık tüketim sıklığı Tablo 4'de verilmiştir. Katılımcı öğrencilerin balık tüketim sıklığına genel toplamda bakıldığında en fazla %40,7 ile ayda bir, ikinci olarak da %19,9'u ile haftada bir balık tükettiği tespit

edilmiştir. Hiç balık tüketmeyenlerin oranı ise %3,4 olarak bulunmuştur. Cinsiyete göre ayda bir kez balık tüketme oranı erkek öğrencilerde %44,3 ve kız öğrencilerde bu oran %36,7 olarak belirlenmiştir. Yılda 1-3 kez balık tüketim oranı ise erkek öğrencilerde %13,5, kız öğrencilerde %15,9 olarak tespit edilmiştir. Ankete katılan öğrencilerin cinsiyete göre balık eti tüketim sıklığı arasında gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($X^2=10,850$, $p>0,05$).

Tablo 3. Katılımcıların bazı faktörlere göre et tercihleri.

Table 3. Meat preferences of the respondents according to some factors.

İncelenen faktörler	Et Türü							
	Balık		Tavuk		Kırmızı Et		Hepsi	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Öğrenci Sayısı	67	7,1	338	35,6	322	33,9	223	23,5
Cinsiyet								
Erkek	32	6,4	211	41,9	159	31,6	101	20,1
Kız	35	7,8	127	28,4	163	36,5	122	27,3
Eğitim Alanları								
Sosyal	17	7,1	73	30,4	69	28,7	81	33,8
Fen ve mühendislik	25	10,2	67	27,3	83	33,9	70	28,6
Sağlık	11	4,8	95	41,3	84	36,5	40	17,4
Eğitim	14	6,0	103	43,8	86	36,6	32	13,6

Katılımcıların balık tüketim sıklığı, sosyal bilimlerde %42,5'i, fen ve mühendislik alanında %34,3, sağlık alanında %44,8 ve eğitim alanında öğrenim gören öğrencilerin %41,7'si balığı ayda 1 kez tükettikleri saptanmıştır. Yılda birkaç kez balık tüketim oranı ise sosyal bilimlerde %20,4, fen ve mühendislik bilimlerinde %11, sağlık bilimlerinde %21,3 ve eğitim bilimlerinde %6 oranında balık tükettikleri tespit edilmiştir. Buna göre farklı eğitim alanında öğrenim gören öğrencilerin balık tüketimlerinin aylık olarak en yüksek oranda olduğu görülmesine rağmen, farklı eğitim alanlarına göre öğrencilerin balık tüketim sıklıklarına ilişkin görüşlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir ($X^2=70,929$, $p<0,05$).

Tablo 4. Katılımcıların bazı faktörlere göre balık tüketim sıklığı.

Table 4. Frequency of fish consumption according to some factors of the respondents.

İncelenen Faktörler	Bireysel olarak balık tüketim sıklığı													
	Her gün		Haftada 3-4 kez		Haftada 1-2 kez		Ayda 1 kez		Ayda 2-4 kez		Yılda 1-3 kez		Hiç	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Öğrenci Sayısı	1	0,1	25	2,6	189	19,9	387	40,7	177	18,6	139	14,6	32	3,4
Cinsiyet														
Erkek	0	0,0	17	3,4	95	18,9	223	44,3	83	16,5	68	13,5	17	3,4
Kız	1	0,2	8	1,8	94	21,0	164	36,7	94	21,0	71	15,9	15	3,4
Eğitim Alanları														
Sosyal	0	0,0	5	2,1	32	13,3	102	42,5	43	17,9	49	20,4	9	3,8
Fen ve Müh.	1	0,4	8	3,3	63	25,7	84	34,3	50	20,4	27	11,0	12	4,9
Sağlık	0	0,0	1	0,4	28	12,2	103	44,8	45	19,6	49	21,3	4	1,7
Eğitim	0	0,0	11	4,7	66	28,1	98	41,7	39	16,6	14	6,0	7	3,0

Çalışmaya katılan öğrencilerin genel, cinsiyet ve eğitim alanlarına göre balık eti tercih nedenleri Tablo 5'de verilmiştir. Katılımcıların %28'i sağlıklı, %20,2'si balık etinin lezzetli- besleyici ve sağlıklı beslenmede önemli, %16,1'inin ise aileden gelme alışkanlıktan dolayı balığı tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmadaki öğrencilerin cinsiyetlerine göre balığı tercih etme nedenleri değerlendirildiğinde erkeklerin %26,6'sı sağlıklı, %18,5'i aileden gelme alışkanlık, %15,3'ü ise lezzetli-besleyici ve

sağlıklı olduğu için tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Kız öğrencilerin ise %29,5'i sağlıklı, %25,7'si lezzetli-besleyici-sağlıklı, %13,4'ü aileden gelme alışkanlıkla balık eti tercih ettikleri belirlenmiştir. Buna göre kız ve erkek öğrenciler balık etini sağlıklı beslenmede önemli olduğu için daha çok tercih ettikleri saptanmıştır. Araştırmada cinsiyet ile balık eti tercih etme nedenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($X^2=49,694$, $p<0,05$).

Tablo 5. Katılımcıların balık tüketimini etkileyen faktörler.**Table 5.** Factors affecting the fish consumption of the respondents.

İncelen Faktörler	Balığı tercih etme nedenleri															
	Lezzetli		Besin Değeri		Sağlıklı		Lezzetli Besleyici Sağlıklı		Lezzetli Sağlıklı		Aileden Gelme Alışkanlık		Kolay Bulma		Diğerleri	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Öğrenci Sayısı	115	12,1	132	13,9	266	28,0	192	20,2	63	6,6	153	16,1	19	2,0	10	1,1
Cinsiyeti																
Erkek	55	10,9	101	20,1	134	26,6	77	15,3	28	5,6	93	18,5	10	2,0	5	1,0
Kız	60	13,4	31	6,9	132	29,5	115	25,7	35	7,8	60	13,4	9	2,0	5	1,1
Eğitim Alanları																
Sosyal	36	15,0	13	5,4	70	29,2	74	30,8	20	8,3	22	9,2	4	1,7	1	0,4
Fen ve Müh.	26	10,6	31	12,7	88	35,9	28	11,4	13	5,3	50	20,4	7	2,9	2	0,8
Sağlık	36	15,7	18	7,8	59	25,7	71	30,9	20	8,7	21	9,1	0	0,0	5	2,2
Eğitim	17	7,2	70	29,8	49	20,9	19	9,1	10	4,3	60	25,5	8	3,4	9	0,9

Tablo 5 incelendiğinde, sağlık (%30,9) ve sosyal bilimler (%30,8) alanında eğitim alan öğrencilerin balık etini lezzetli-besleyici ve sağlıklı beslenmede önemli olduğu için tercih ettikleri belirlenmiştir. Fen ve mühendislik alanında eğitim alan öğrencilerin %35,9'u, sosyal bilimler alanında eğitim alan öğrencilerin %29,2'si sağlıklı beslenmede önemli olduğu için balık etini tercih ettikleri saptanmıştır. Eğitim bilimleri alanında eğitim alan öğrencilerin %25,5'i aileden gelme alışkanlıklarından dolayı balık eti tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Buna göre fen ve mühendislik alanında eğitim gören öğrenciler (%35,9) ile sosyal bilimler (%29,2) alanında eğitim alan öğrenciler balık etini daha çok sağlıklı beslenmede önemli olduğu için diğer eğitim alanlarına göre daha çok tercih ettikleri saptanmıştır. Farklı eğitim alanlarına göre öğrencilerin et türü tercihlerinde gözlenen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($X^2=180,650$, $p<0,05$).

TARTIŞMA

Balık, yaşamın her döneminde sağlığın korunması, geliştirilmesi ve kronik hastalıkların önlenmesine katkıda bulunan önemli bir besindir. Protein değerinin yüksek, çoklu doymamış yağ asitleri, vitamin ve mineraller açısından zengin olması gibi besin öğeleri içermesi nedeniyle balık etinin düzenli ve yeterli miktarda tüketilmesi önerilmektedir (Öksüz vd., 2018).

Bu çalışmada ülkemizde genç nüfusun önemli bir bölümünü oluşturan üniversite öğrencilerinin balık tüketim miktarları ve tüketim tercihleri araştırılmıştır. Sonuçlarını doğru elde etmek için anket katılımcılarından doğru örnekleme alınmaya çalışılmıştır.

Ankete katılan üniversite öğrencilerinin genel olarak erkek öğrenci sayısı (503) ile kız öğrenci sayısı (447) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Fakat eğitim bilimlerinde öğrenim gören kız öğrenci sayısı ile erkek öğrenci sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Katılımcıların üniversite eğitimi süresince ikamet ettikleri yerler incelendiğinde öğrencilerin yaklaşık yarısının yurtlarda kaldıkları belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda, Ondokuz Mayıs Üniversitesi öğrencilerinin en fazla öğrenci evlerinde, ikinci olarak ise yurtlarda

(Yılmaz ve Özkan 2007), Afyon Kocatepe Üniversitesi öğrencilerin %28,6'sı devlet yurdunda, %25,4'ü özel yurttta, %8,53'ü aile veya akrabalarının yanında %37,3'ü evde yalnız başına veya akrabalarının yanında kaldıklarını (Karaca, 2009), Trakya Üniversitesi Keşan Yusuf Çapraz Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu öğrencilerinin %49,3'ü kiralık evlerde, %30,2'si ise yurtlarda (Onurlubaş vd. 2015), Ondokuz Mayıs Üniversitesi öğrencilerinin %47,2'sinin yurtlarda (Ermiş vd. 2015) ve Kayseri ilinde iki farklı üniversite öğrencileri ile yapılan çalışmada ise katılımcıların % 25,1'i öğrenci yurdunda %50,5'i aile ya da akrabaları ile birlikte kaldıkları belirlemiştir (Soylu ve Silici, 2018).

Öğrencilerin bireysel aylık geliri %41,2'sinin düşük (470 TL ve altında), %30,1'inin orta (471-1000TL) ve %28,7'sinin geliri ise (1001 TL ve üzeri) iyi olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunu oluşturan %41,2'lik kesimin 2017 yılı devlet bursu miktarlarında bir gelir kapsamında bulunduğu ve sadece bu burs ile geçimlerini idame ettirdikleri düşünülmektedir.

Bu çalışmada, edinilen sonuçlara göre genel toplamda öğrenciler en çok tavuk eti (%35,6), ikinci sırada kırmızı eti (%33,9) ve en az balık etini (%7,1) tercih ettikleri saptanmıştır. Öğrencilerin tavuk etini tercih etme nedenleri arasında fiyatının ucuz olması, çeşitliliğinin bol olması, kolay hazırlanması olduğu düşünülmektedir. Cinsiyet farklılığına göre erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre tavuk etini daha çok, kızların ise kırmızı eti erkeklerle göre daha çok tükettikleri saptanmıştır. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğrencilerin %3'ünün et tüketmediklerini, tüketilen et türüne göre, %56'sının her iki et türünü de eşit ölçüde, %36'sının daha çok beyaz et tükettiklerini saptamışlardır. Öğrencilerin %62'si daha çok beyaz et olarak tavuk eti tükettikleri, %23'ü ise daha çok balık eti tükettiklerini belirlemiştir (Elberk vd., 2006). Ankara'da lise 1. sınıf öğrencilerinin balık tüketimi konusunda görüşlerini belirlemek üzere 85 öğrenci ile yapılan çalışmada, en fazla tüketilen et türünün %57,7 oranında tavuk eti olduğu ve balık etinin sadece %8,9 oranında tüketildiğini belirlenmiştir (Bektaş, 2009). Bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla benzerlik göstermektedir. Araştırmaya göre, katılımcılar tavuk eti > kırmızı et > balık etini tercih ettikleri sonucuna ulaşmıştır.

Ankete katılan üniversite öğrencilerinin %15'i balık etinin besin değeri hakkında bilgi sahibi değil, %39'u ise kısmen bilgi sahibi olduklarını ifade etmişlerdir. Balığın insan sağlığı açısından önemli bir yer tuttuğunu göz önünde bulundurursak balık etinin besin değeri, sağlıklı beslenmede ki önemi hakkında tüketici bilinçlendirilmeli ve balık tüketimi teşvik edilmelidir. Yeterli ve dengeli beslenmede önemli bir besin kaynağı olan su ürünlerinin tüketim oranlarının artırılması için, kamu kuruluşları, sivil toplum örgütleri ve eğitim kurumları halkı bilgilendirme kampanyaları yapmaktadır.

Katılımcı öğrenciler balığın lezzetine önem vermekle birlikte, balık etinin sağlıklı besin olması en önemli faktör olarak saptanmıştır. İncelenen benzer çalışmalarda, Keban Baraj Gölü'ne kıyısı bulunan köylerde, katılımcıların %59,71'si balık eti lezzetli (Çadır & Duman, 2013), Amasya ili merkez ilçede %43,94'ü lezzetli, %27,88'i besin değerinin yüksek olması nedeniyle (Kızılaslan ve Nalinci, (2013), Ağrı il merkezinde balık etini tercih etme sebebinin ilk sırada sağlıklı (%58,81), ikinci sırada ise lezzetli (%18,97) (Gürel vd., 2017), Yozgat ilinde ise, katılımcıların %60,6'sı sağlıklı ve dengeli beslenmede önemli olduğu için, %34,8'i lezzetli olmasından dolayı balık tükettiklerini ifade etmişlerdir (Sağlam ve Samsun, 2018). Anket sonuçları ile literatür bulguları arasında, özellikle, balık etinin tercih edilmesinde sağlıklı ve lezzetli olması en önemli kriterler olmuştur.

Ankete katılan öğrencilerin balık tüketim sıklığına genel toplamda bakıldığında en fazla %40,7 ile ayda bir, ikinci olarak da %19,9'u ile haftada bir balık tükettiği tespit edilmiştir. Hiç balık tüketmeyenlerin oranı ise %3,4 olarak bulunmuştur. Cinsiyete ve farklı eğitim alanlarına göre de balık tüketim sıklığı ilk sırada ayda bir kez, ikinci sırada ise haftada 1-2 kez olarak belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda; Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi intern öğrencilerinin %29,9'unun hiç balık tüketmedikleri (Cevger vd., 2008), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrencilerinin su ürünleri tüketim sıklığı %9'u ayda bir kereden az, %29'u haftada bir kez, %26'sı 15 günde bir %18'i ayda bir kez ve %18'i ise ayda birden az (Yavuzcan vd., 2010), Polonyalı üniversite öğrencilerinin su ürünleri tüketim sıklığı %43'ü ayda birkaç kez, %29'ı haftada birkaç kez su ürünleri tükettikleri, %9'un hiç su ürünleri tüketmedikleri (Kula ve Smiechowska, 2016), Ankara ve Çanakkale illerinin balık tüketim sıklığına il bazında bakıldığında, Ankara'da ankete katılanların % 44'ü haftada bir, % 36'sı ayda bir; Çanakkale'de ise ankete katılanların % 48'i haftada bir, % 34'ü ayda bir balık tükettiği (Bayraktar vd., 2019) belirlenmiştir. Bu farklılıklar balığa erişilme imkânlarına ve balık etinin sevilip sevilmediğine göre çeşitlilik gösterdiği düşünülmektedir. Amerikan Kalp

Cemiyeti ve Türkiye'nin ilgili kurum ve kuruluşlarının da önerdiği üzere haftada en az 300-450 g balık tüketiminin bir çok kronik hastalığın önlenmesinde ve sağlığın korunmasında önemli bir adım olarak görülmektedir (Saygı vd., 2015).

Katılımcıların %34,4'ü tatlı su balıklarını, %28' deniz balıklarını ve %34'ü ise hem deniz hem de tatlı su balıklarını tercih ettiği görülmüştür. Tatlı su balıklarında en fazla alabalık (%56,9), deniz balıklarında ise hamsiyi (%33,3) tercih ettikleri belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda; Keban baraj gölü ova bölgesinde katılımcıların büyük bir bölümünün (%80,58) tatlı su balıklarını (Çadır ve Duman, 2013), tarafında Adıyaman ilinde ise katılımcıların daha çok (%70) tatlı su balıklarını tüketmeyi tercih ettikleri ve deniz balıkları içinde ise hamsinin %19 ile ilk sırada tercih ettiklerini saptamışlardır (Olgunoğul vd., 2014). Bir toplumun gıda talebi ve tüketim alışkanlıkları; ürünlerin kalitesine, fiyat ve hijyen özelliklerine, tüketicinin eğitimi, gelir düzeyi vb. sosyo-ekonomik özelliklerindeki farklılıklara göre değişim gösterir. Bunun yanı sıra ırk, cinsiyet, yaş, aktivite durumu, besin ile ilgili bilgi ve deneyimler gibi faktörlere bağlı olarak farklılık göstermekte ve kompleks bir yapıya sahip bulunmaktadır.

Öğrencilerin balık etinin tüketimi %34'8'i kızartma, %32,6'sı ızgara şeklinde olduğu belirlenmiştir. Balık etinin tüketim şeklinin cinsiyet değişkeni açısından dağılımına bakıldığında erkek katılımcıların büyük çoğunluğu %36,6'si kızartma, kızların ise %33,8'i ızgara cevabını vermişlerdir. Van (Sarı vd., 2000), Çanakkale (Çolakoğlu vd., 2006), Keban Baraj Gölü Ova Bölgesi'nde yapılan çalışmalarda (Çadır & Duman, 2013), katılımcıların büyük bölümünün balık tüketim şekli olarak ilk sırada kızartma olarak belirlenmiştir.

Türkiye'de işlenmiş balık tüketim oranı çok az seviyededir. Bunun sebebi ise balık etinin genellikle taze olarak tüketilmesidir. Yapılan çalışmada ise; katılımcı öğrencilerin %34'ü işlenmiş balık ürünlerini hiç tercih etmediklerini, %26,8'i konserve ve %19,1'i ise dondurulmuş balık ürünlerini tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Kula ve Smiechowska (2016), çalışmalarında katılımcılar en çok dumanlanmış (%19), dondurulmuş (%18), taze (%17) ve konserve (%11) balık şeklinde satın aldıklarını belirlemişlerdir.

Ankete katılan öğrencilerin balık ve balık ürünlerinin tüketimini etkileyen faktörler sorulduğunda %53,7'si besin değeri ve sağlıklı beslenme açısından önemli olduğu, %27,1'i fiyatı ve %1,4'ü ise inanç ve ahlaki değerler olarak belirlenmiştir. Tüketicilerin giderek artan bilinç düzeyleri ile sağlıklı ürünlerin tüketiminde önemli faktörler olduğu tespit edilmiştir. Elazığ, üç tarafının sularla kaplı oluşu nedeniyle ve sınırları içerisinde yer alan Keban ve Karakaya baraj gölleri ile ülkemizin en zengin su potansiyeline sahip illerinden biridir. Bu sularda avcılık ve

yetiştiricilikten kayda değer miktar da balık üretimi gerçekleştirilmektedir. Tatlı su balıklarının yanı sıra Karadeniz ve Marmara Denizi'nden avlanan deniz balıkları da pazarda satışa sunulmaktadır (Şen vd., 2008).

Ankete katılan öğrenciler balığı satın alırken dikkat ettikleri hususlardan en önemlisi olarak balığın tazeliği (%68,9) ve türü (%20,4) olmuştur. Balığın taze olup olmadığına katılımcıların %33,4'ü balığın solungaçlarına, %30,6'sı gözlerine bakarak karar verdikleri ve %20,7'si ise balığın tazeliği konusunda satıcıya güvendiklerini ifade etmişlerdir. Erdal ve Esengül (2008), yaptıkları çalışmada ailelerin %55'i balığın tazeliğini solungaçlarında ve gözlerinde, %27'si ise balığın tazeliği konusunda satıcıya güvendiklerini tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Ülkemizde balık tüketimini etkileyen faktörler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları tüketicinin gelir seviyesinin durumu, balığın fiyatı, kokusu, kılçıklı olması ve tüketici tercihleri olarak sıralanabilir. Buna ek olarak tüketici alışkanlıklarında, bölgenin sosyo-ekonomik yapısının etkili olduğu söylenebilir. Balık tüketimini arttırmaya yönelik çabaların yanında, tüketicilerin balık tüketim alışkanlıklarının da belirlenmesi büyük bir öneme sahiptir. Ülkemizin nüfusu hızlı bir şekilde artarken, beslenme için kullanılan kaynaklarında aynı şekilde artırılması, verimli bir düzeye getirilmesi ve değerlendirilmesi zorunludur.

Sonuç olarak; Fırat Üniversitesi'nde farklı bilim alanlarında öğrenim gören öğrencilerin balık tüketim alışkanlıkları ve tercihlerini belirlemede öncelikli kriterleri, cinsiyet, tüketim şekilleri, aylık ortalama gelir ve eğitim profili etkili faktör olmuştur. Öğrencilerin severek balık tüketim oranının çok düşük olduğu belirlenmiştir. Katılımcı öğrencilerin yarısına yakınının ise ayda bir balık tükettikleri tespit edilmiştir. Katılımcıların balığı tercihlerinin nedeni ise etinin besleyici ve sağlıklı beslenmede önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Katılımcıların balık etini ağırlıklı olarak kızartma şeklinde tüketmeyi tercih ettikleri, öğrencilerin ayrıca, yaklaşık dörtte birinin konserve balığı tercih ettikleri saptanmıştır. Bütün bunlardan yola çıkarak, öğrencilerin sağlıklı ve dengeli beslenmesi için balık tüketiminin insan sağlığı açısından gerekliliği önemle vurgulanmalıdır.

KAYNAKLAR

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. DOI: [10.22392/actaqua.489281](https://doi.org/10.22392/actaqua.489281).

- Bektaş, H. (2009).** *Lise 1. Sınıf öğrencilerinin balık tüketimi konusunda görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 112s.
- Besler, H.T., Rakıoğlu, N., Ayaz, A., Demirel, Z.B., Özel, H.G. & Samur, G.E., et al. (2015).** *Türkiye'ye özgü besin ve beslenme rehberi*. 1. ed., Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 96s.
- Cevger, Y., Aral, Y., Demir, P. & Sarıözkan, S. (2008).** Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi intern öğrencilerinde hayvansal ürünlerin tüketim durumu ve tüketici tercihleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **55**, 189-194.
- Çadır, F. & Duman, M. (2013).** Keban Baraj Gölü Ova Bölgesi halkının balık tüketim alışkanlıklarının araştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **25**(1), 61-70.
- Çaklı, Ş. (2007).** *Su ürünleri işleme teknolojisi*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 76, 696s.
- Çolakoğlu, F.A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yığın, Ç. & Ormancı, H.B. (2006).** Çanakkale ilindeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **23**(3), 387-392.
- Elberk, A.G., Saygı, H. & Yıldız, N. (2006).** Öğrenci penceresinden su ürünleri ve mühendisliği. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **23**(1), 71-76.
- Erdal, G. & Esengün, K. (2008).** Tokat ilinde balık tüketimini etkileyen faktörlerin logit model ile analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **25**(3), 203-209.
- Ermiş, E., Doğan, E., Erilli, N.A. & Satıcı, A. (2015).** Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıklarının incelenmesi: Ondokuz Mayıs Üniversitesi örneği. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, **6**(1), 30-40. DOI: [10.17155/spd.67561](https://doi.org/10.17155/spd.67561).
- Erten, M. (2006).** *Adıyaman ilinde eğitim gören üniversite öğrencilerinin beslenme bilgilerinin ve alışkanlıklarının araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 106s.
- FAO. (2015).** Statistical Pocketbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 236p.
- Gökoğlu, N. (2002).** *Su ürünleri işleme teknolojisi*. Su Vakfı Yayınları, 157s.
- Gürel, E., Doğan, H.G., Polat, S., Yeşilayer, N. & Buhan, E. (2017).** Ağrı ili merkez ilçede yaşayan bireylerin balık tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, **6**, 26-35.

- Karaca, K.E. (2009).** *Afyon Kocatepe Üniversitesi öğrencilerinin beslenme ve tüketici davranışları.* Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, Türkiye, 155s.
- Kızılaslan, H. & Nalinci, S. (2013).** Amasya ili merkez ilçedeki hanehalkının balık eti tüketim alışkanlıkları ve balık eti tüketimini etkileyen faktörler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 5, 61-75.
- Kula, S. & Smiechowska, M. (2016).** The assessment of fish consumption by university students of different academic profiles. *Engineering Sciences & Technologies*, 2(21), 28-37. DOI: [10.15611/nit.2016.2.02](https://doi.org/10.15611/nit.2016.2.02).
- Olgunoğlu, İ.A., Bayhan, Y.K., Olgunoğlu, M.P., Artar, E. & Ukav, İ. (2014).** Adıyaman ilinde balık eti tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9(1), 21-25.
- Onurlubaş, E., Doğan, H.G. & Demirkıran, S. (2015).** Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıkları. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(3), 61-69.
- Öksüz, A., Alkan, Ş.B., Taşkın, H. & Ayrancı M. (2018).** Yaşam boyu sağlıklı ve dengeli beslenme için balık tüketiminin önemi. *Food and Health*, 4(2), 43-62. DOI: [10.3153/JFHS18006](https://doi.org/10.3153/JFHS18006).
- Özden, Ö., Mol, S. & Erkan N. (2008).** *Su ürünleri ve beslenme.* İstanbul Büyükşehir Belediye Basımevi, 153s.
- Petricorena, Z.C. (2015).** Chemical Composition of Fish and Fishery Products, In: Cheung, P.C.K. & Metha, B.M. (Ed), *Handbook of food chemistry*, Springer, 403-435p.
- Sağlam, N.E. & Samsun, S. (2018).** Yozgat ili su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 9-16.
- Sarı, M., Demirulus, H. & Söğüt, B. (2000).** Van ilinde öğrencilerin balık eti tüketim alışkanlığının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Doğu Anadolu Bölgesi IV. Su Ürünleri Sempozyumu*, 28-30 Haziran 2000, Erzurum, Türkiye, 627-637.
- Saygı, H., Bayhan, B. & Hekimoğlu, M.A. (2015).** Türkiye'nin İzmir ve Ankara İllerinde su ürünleri tüketimi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5), 248-254.
- Soylu, M. & Silici, S. (2018).** Üniversite öğrencilerinin balık tüketim tercihleri. *International Journal of Human Sciences*, 15(1), 386-398. DOI: [10.14687/jhs.v15i1.5255](https://doi.org/10.14687/jhs.v15i1.5255).
- Şen, B., Canpolat, Ö., Sevim, A.F. & Sönmez, F. (2008).** Elazığ ilinde balık eti tüketimi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(3), 433-437.
- TÜİK. (2019).** http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=hb_x (25 Haziran 2020).
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. & Baygar, T. (2004).** *Su ürünleri işleme teknolojisi.* İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No: 4465, İstanbul. 491s.
- Yavuzcan, H., Atar, H.H. & Alçiçek, Z. (2010).** Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrencilerinin su ürünleri tüketim alışkanlıklarının değerlendirilmesi. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 354, 10-17.
- Yılmaz, E. & Özkan, S. (2007).** Üniversite öğrencilerinin beslenme alışkanlıklarının incelenmesi. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 2(6), 87-104.



Fethiye Körfezi Uzatma Ağları Balıkçılığı

M. Hakan KAYKAÇ* Celalettin AYDIN Zafer TOSUNOĞLU

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı, Bornova, İzmir.

Geliş/Received: 30.06.2020

Kabul/Accepted: 27.10.2020

Atıf yapmak için: Kaykaç, M.H., Aydın, C. & Tosunoğlu, Z. (2020). Fethiye Körfezi Uzatma Ağları Balıkçılığı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 506-515.

How to cite: Kaykaç, M.H., Aydın, C. & Tosunoğlu, Z. (2020). Gillnets and Entangling Nets Fishery in the Gulf of Fethiye. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 506-515.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4807-707X>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8993-6013>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1168-9611>

*Sorumlu yazarın:
M. Hakan KAYKAÇ
Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi,
Bornova, İzmir, Türkiye.
✉: m.hakan.kaykac@gmail.com
Cep telefonu : +90 (530) 212 05 05
Telefon : +90 (232) 311 53 48

Öz: Balıkçılık kaynaklarının iyi yönetilebilmesi için stok ve avlanan balık miktarı kadar, balıkçılık filosunun ve kullanılan av araçlarının karakteristik yapısının da iyi derecede bilinmesine gereksinim vardır. Bu çalışma, Fethiye Körfezi'nde kullanılan uzatma ağlarının mevcut durumunu ve teknik yapısını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu sayede ülkemizin önemli turizm merkezlerinden bir olan Fethiye'nin sürdürülebilir balıkçılığına katkı sağlanması hedeflenmiştir. Veriler, Fethiye'deki Su Ürünleri Kooperatiflerine kayıtlı üyeler ile Mayıs-Ağustos 2019 yılında yapılan görüşmeler ile elde edilmiştir. Bölgede kayıtlı toplam 141 balıkçı teknesi bulunmaktadır. Bunlardan 139'u küçük ölçekli balıkçılık ile uğraşmakta ve 100 teknede uzatma ağları ile avcılık yapıldığı tespit edilmiştir. Uluslararası uzatma ağı sınıflandırmasına göre 6 adet fanyalı ve 3 adet galsama uzatma ağı olmak üzere toplam 9 farklı uzatma ağının teknik plan ve detay çizimleri elde edilmiştir. Fethiye Körfezi balıkçılığında toplam 124775 m uzatma ağı kullanılmakta bunların %80'ini fanyalı ağlar oluşturmaktadır. Sonuç olarak, Fethiye Körfezi sürdürülebilir balıkçılık kaynakları yönetiminde küçük ölçekli balıkçı tekneleri ve fanyalı uzatma ağları önemli bir yer teşkil etmektedir.

Anahtar kelimeler: Fanyalı uzatma ağı, Fethiye körfezi, galsama ağı, uzatma ağı.

Gillnets and Entangling Nets Fishery in the Gulf of Fethiye

Abstract: To manage the fisheries resources well, there is a need to know the characteristics of the fishing fleet and the fishing gear used as well as the amount of stock and fish caught. This study aims to reveal the current state and technical structure of the gillnets and entangling nets used in the Gulf of Fethiye. In this way, it is aimed to contribute to the sustainable fishing of Fethiye, which is one of the important tourism centers of our country. The data was obtained through interviews with members registered in Fisheries Cooperatives in Fethiye in May-August 2019. There are a total of 141 fishing boats registered in the region. 139 of them deal with small-scale fishing and it was determined that fishing was carried out in 100 boats with the gillnets and entangling nets. According to the international classification of the gillnets and entangling nets, technical plans and detailed drawings of a total of 9 different nets were obtained, including 6 trammel nets and 3 set gillnets (anchored). In the Gulf of Fethiye fishing, a total of 124775 m the gillnets and entangling nets are used, 80% of them are trammel nets. As a result, small-scale fishing boats and trammel nets play an important role in the sustainable fisheries management of the Gulf of Fethiye.

Keywords: Trammel net, Gulf of Fethiye, set gillnets (anchored), the gillnets and entangling nets.

*Corresponding author's:
M. Hakan KAYKAÇ
Ege University, Faculty of Fisheries,
Bornova, İzmir, Türkiye.
✉: m.hakan.kaykac@gmail.com
Mobile telephone : +90 (530) 212 05 05
Telephone : +90 (232) 311 53 48

GİRİŞ

Küçük ölçekli balıkçılığın (KÖB) en yaygın ve en etkin av araçlarından olan uzatma ağları ile avcılık farklı yüzdürücü ve batırıcılar sayesinde dip, orta ve yüzeyde canlıların tuzağa düşürülmesi, ağlara dolanması veya gözlemesiyle gerçekleşmektedir. Avlanacak tür, bölge ve çevresel faktörler gibi etkenler nedeniyle yapısal farklılıklar göstermesi nedeniyle, birçok çeşidi olan uzatma ağları temel anlamda sade (galsama), fanyalı ve dolanan ağlar şeklinde sınıflandırılabilir (Hoşsucu, 1998).

Son yıllardaki iklimsel değişiklikler ve aşırı avcılık gibi temel faktörler nedeniyle balık stoklarındaki azalma, geçimini balıkçılıktan sağlayan yüz binlerce insanın yaşam kalitesini etkilemekte, balıkçılığın ve denizel ekosistemin sürdürülebilirliği ile ilgili de büyük kaygı uyandırmaktadır (Diken, 2020). Sürdürülebilir balıkçılık ancak yenilenebilir bir kaynak ile olabilmekte buda ancak iyi bir balıkçılık yönetimi ile mümkündür (Aksoy & Koç, 2012). Sürdürülebilir balıkçılık direkt avlanan balık miktarı ve balık türü ile ilişkili olmasına rağmen, ürünle direkt etkileşim içindeki olan tekne ve balıkçı sayısı, kullanılan av aracı ve av araçlarının teknik özellikleri ve bölgesel etkileşim potansiyelinin bilinmesi de bir o kadar önemlidir. Türkiye’de balıkçı teknelerinin %90’ından fazlasını 12 m’nin altındaki KÖB tekneleri oluşturmaktadır (Ceyhan & Akyol, 2005). Her ne kadar toplam balık üretimindeki katkısı az olsa da bu işten gelir sağlayan insan sayısı ve kullanılan av aracı oldukça fazladır. Uzatma ağları KÖB’de kullanılan en yaygın av aracıdır. Aynı zamanda yakalanan türlerin ağırlık olarak birim fiyatları da oldukça yüksektir.

Fethiye Körfezi, Resmi Gazete’nin 5 Temmuz 1988 tarih ve 19863 nolu sayısı ile Özel Çevre Koruma Alanı (ÖÇK) ilan edilmiştir. Körfezde av araçları üzerine oldukça kısıtlı sayıda çalışma olmakla birlikte, yapılan çalışmaların hemen hemen hepsi kılıç ve tülina avcılığında kullanılan uzatma ağları üzerine gerçekleştirilmiştir (Akyol vd., 2005; Akyol vd., 2008; Akyol & Ceyhan, 2011; Akyol vd., 2012; Aydın & Doyuk, 2012). Bu türlerin avcılığında kullanılan sürüklenen galsama ağlarında hedef dışı avcılığın çok fazla olması nedeniyle AB fonundan sağlanan yüklü parasal kaynaklar ile bu av aracının azaltılması hedeflenmiştir (Northridge, 1991; EJF, 2007). ICCAT ve Türkiye balıkçılık yönetimi tarafından 2011 yılından bu yana sürüklenen galsama ağlarının kullanımı yasaklanmıştır. Yasaktan önce Fethiye’de 20 kadar teknenin 85000 m uzunluğunda kılıç ağı, 15000 m uzunluğunda tülina ağı kullandığı bildirilmiştir (Aydın & Doyuk, 2012).

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Akdeniz Genel Balıkçılık Konseyi’nin (GFCM) önerileri doğrultusunda Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF), KÖB, balıkçılık yönetiminde ve ekosistemlerin korunmasında aktif rol

oyunmaları sağlandığı takdirde, balıkçılık sektöründe sürdürülebilirliğin arttırılabileceğine inanıyor (WWF, 2013). Bu nedenle KÖB’de kullanılan kaynakların yerinde incelenmesi önem arz etmektedir. Fethiye Körfezi’nde 1967’den beri faaliyet gösteren S.S. Fethiye ve Göcek-İnlince Su Ürünleri Kooperatifleri bulunmaktadır. Bu çalışmada hem turizm hem de balıkçılık açısından önemli bir yer teşkil eden Fethiye Körfezi’nde kullanılan uzatma ağı çeşitleri, yapısal ve teknik özelliklerinin yanı sıra aktif balıkçı sayıları tespit edilmiştir. Elde edilecek sonuçlar ile körfez balıkçılığının sürdürülebilirliği ve geliştirilmesi adına bundan sonra yapılacak çalışmalara balıkçılık alanında temel bilgileri içeren bir altlık oluşturması da amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma 2019 yılı Mayıs-Ağustos ayları arasında Muğla’nın Fethiye ilçesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Uzatma ağları verileri Fethiye Körfezi’nde bulunan S.S. Fethiye ve S.S. Göcek-İnlince Su Ürünleri Kooperatif üyeleri ile yerinde yapılan görüşmeler ile elde edilmiştir. Ayrıca, balıkçı sayısı ve kullandıkları av araçlarına ilişkin detaylı bilgilerde Tarım ve Orman Bakanlığı, Fethiye İlçe Müdürlüğü’ndeki kayıtlardan da faydalanılmıştır. Göcek, Fethiye ilçesinin bir mahallesi olması nedeniyle akıcılık açısından makalede av araçlarının ait olduğu bölgeler Fethiye Merkez ve Göcek olarak tanımlanmıştır.

Uzatma ağlarının teknik plan ve detay çizimlerinde kullanılmak üzere alınan teknik verilerin hızlı bir şekilde alınabilmesi için kayıt formları kullanılmıştır. Ağların teknik detayları kayıt altına alınırken, ölçümler için kumpas (mm), şerit metre (5 m) ve 30 cm’lik plastik cetvel kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma sahası.
Figure 1. Study area.

Av araçlarının teknik ve detay planları FAO kataloglarına uygun standartlarda (Nédélec, 1975; FAO, 1978) MS-Visio Programı kullanılarak çizilmiştir. Teknik plan üzerindeki ölçek çizimlerin daha anlaşılır olması adına dikey yöndeki çizimleri tanımlamaktadır. Donam ve operasyonel özellikleri, avcılık dönemleri ile yakaladıkları hedef/ıskarta türleri balıkçılar ile yüz yüze yapılan görüşmeler ve av araçlarının yerinde incelenmesi ile elde edilmiştir. Av araçlarının teknik detay ve özelliklerine yönelik veriler oluşturulan anket formları ile toplanmıştır. Uzatma ağlarındaki sınıflandırma FAO'nun balıkçılık istatistiklerindeki koordinasyon için kullanılan Av Araçlarının Uluslararası Standartlarda İstatistiksel Sınıflandırılmasına göre yapılmıştır (ISSCFG, 2016).

BULGULAR

Çalışmada, Tarım ve Orman Bakanlığı Fethiye İlçe Müdürlüğü'nden elde edilen veriler ve kooperatifler ile yapılan görüşmelerde 2'si büyük ölçekli (trol ve gırgır), 139'u KÖB olmak üzere Fethiye'de kayıtlı 142 balıkçı teknesi tespit edilmiştir. Tablo 1'de bu teknelerin GFCM'in tekne boy tiplerine göre yapılan sınıflandırmasına göre olan dağılımları mevcuttur (GFCM, 2018). Bölgede kayıtlı birer adet gırgır trol teknesi olmasına rağmen, bu teknelerin 2019 yılından itibaren aktif olarak balıkçılık yapmadıkları belirtilmiştir. Pasif av araçlarını kullanan tekne dağılımına baktığımızda %55'inin Fethiye Merkezde, %45'inin ise Göcek-İnlice Su Ürünleri Kooperatifi'ne kayıtlı olduğu belirlenmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nün son üç yıldır desteklediği "sürdürülebilir küçük ölçekli balıkçılık" projesi kapsamında 2018 yılında Fethiye Körfezi'nde 74 adet balıkçı teknesinin teşvikten faydalandığı bildirmişlerdir.

Tablo 1. Akdeniz Genel Balıkçılık Konseyi'nin tekne boy sınıflamasına göre Fethiye Körfezi'ndeki tekne sayıları (P: Pasif av aracı kullanan, motorlu küçük ölçekli tekneler, S: Gırgır av aracı kullanan, T: Trol av aracı kullanan).

Table 1. Number of boats in the Gulf of Fethiye according to the boat length classification of the General Fisheries Commission for the Mediterranean (P: Passive fishing gear, motorized small-scale boats, S: Purse seine, T: Trawl).

Bölge	Tekne Grupları	Uzunluk sınıfları (Tam Boy LOA)	Sayı
Fethiye	P-01	< 6 m	2
	P-02	6 - 12 m	74
	P-03	12-24 m	
	P-04	> 24 m	
	S-01	< 6 m	
	S-02	6 - 12 m	
	S-03	12-24 m	1
	S-04	> 24 m	
	T-09	< 6 m	
	T-10	6 - 12 m	
	T-11	12-24 m	1
	T-12	> 24 m	
Göcek	P-01	< 6 m	
	P-02	6 - 12 m	63
	P-03	12-24 m	1
	P"-04	> 24 m	

Kooperatiflere kayıtlı toplam KÖB yapan 139 teknenin %72'si uzatma ağı kullanmakta olup bu ağların

toplam uzunluğu 124775 m'dir. Fethiye Su Ürünleri Kooperatifi'nde bu rakam, 59 teknede 67825 m, Göcek Su Ürünleri Kooperatifinde ise 41 teknede 56950 m olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Fethiye Körfezi'nde uzatma ağı kullanan balıkçılar ağlarını Tablo 2'de görüldüğü gibi isimlendirmektedir. Tablo 2'de türe özgü ve uygulanan yöntemlere göre de isimlendirmeler olsa da teknik anlamda ve uluslararası terminolojiye göre bölgede fanyalı ve galsama (sade) ağlarının bulunduğu tespit edilmiştir. Bu ağlardan başka, sinarit ve melanurya gibi uzatma ağları da bulunmaktadır. Ancak, ağların genel özellikleri benzerlik göstermesi nedeniyle sinarit ağı kalın ağlar grubuna, melanurya ise palamut ağları grubuna dahil edilerek bölgedeki ağların toplam uzunlukları hesaplanmıştır. Kalın ve ince ağlar bölgede kullanılan toplam uzatma ağı uzunluğunun %71'ini oluşturduğu, bu iki ağdan sonra 17100 m ile barbun uzatma ağı kullanıldığı görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Uzatma ağına göre tekne sayıları ve toplam ağ uzunlukları (N: Tekne sayısı, A.U.: Ağ uzunluğu).

Table 2. Number of boats and total net lengths according to the gillnets and entangling nets, (N: Number of boats, A.U.: Length of the gillnets and entangling nets,).

AĞLAR***	Fethiye		Göcek		Toplam	
	N	A.U.(m)	N	A.U.(m)	N	A.U.(m)
Kalın Ağ	15	18600	9	13950	24	32550
Orta Ağ	3	1700	9	6800	12	8500
İnce Ağ	18	28500	12	27100	30	55600
Yüksek Ağ	1	250			1	250
Dil Ağı	2	2200			2	2200
Voli Ağı	3	700	1	300	4	1000
Palamut Ağı	6	3375	6	4000	12	7375
Barbun Ağı	10	12300	4	4800	14	17100
Sardalye	1	200			1	200
Toplam	59	67825	41	56950	100	124775

***Bu değerler çalışmanın yapıldığı zamana ait veriler olup o andaki teknede bulunan ağ sayısına göre hesaplanmıştır.

***These values are data from the time of the study and were calculated according to the number of the gillnets and entangling nets, on the boat at the time.

Fethiye Körfezi'nde tespit edilen uzatma ağlarının FAO standartlarına göre sınıflandırması Tablo3'te görüldüğü gibidir. Uluslararası Standartlarda İstatistiksel Sınıflandırılması (ISSCFG, 2016), sınıflandırmasında fanyalı ağlar her türlü tor ve fanya ağ ile donatılan ağlar ve galsama ağları sade sadece tor ağ ile yapılan ve bir ağırlık vasıtasıyla sabitlenmiş ağlar olarak ifade edilmektedir. Bölgede karşılaşılan toplam 9 farklı uzatma ağı 2 ana başlık altında toplanmaktadır. Fethiye Körfezi'nde, Fethiye ve Göcek Su Ürünleri Kooperatifi'ne kayıtlı balıkçıların kullandıkları av araçları arasında yapısal açıdan belirgin bir fark tespit edilememiştir. Fakat bazı balıkçılar daha verimli avcılık için ağlarında küçük bazı donamsal değişiklikler yapsa da körfezde kullanılan av araçları genellikle benzer şekilde isimlendirildiği gözlemlenmiştir. Voli, uzatma ağlarında bir avcılık yöntemi olmasına rağmen yapısal ve teknik farklılıklar ve fanya kullanılması nedeniyle sınıflandırmada fanyalı ağlar grubuna dahil edilmiştir.

Tablo 3. Fethiye Körfezi'ndeki uzatma ağların sınıflandırılması (Av Araçlarının Uluslararası Standartlarda İstatistiksel Sınıflandırılması, ISSCFG, 2016).

Table 3. Classification of the gillnets and entangling nets in the Gulf of Fethiye (International Standard Statistical Classification of Fishing Gear, ISSCFG, 2016).

FAO, ISSCFG (2016) Sınıflandırması	Uzatma Ağları
Fanyalı Ağlar	Kalın ağ
	Orta ağ
	İnce ağ
	Yüksek ağ (Biledye)
	Dil ağı
Galsama Ağları (Ağırlık veya Çapayla Sabitlenmiş)	Voli ağı
	Palamut ağı
	Barbun ağı
	Sardalye (yem) ağı

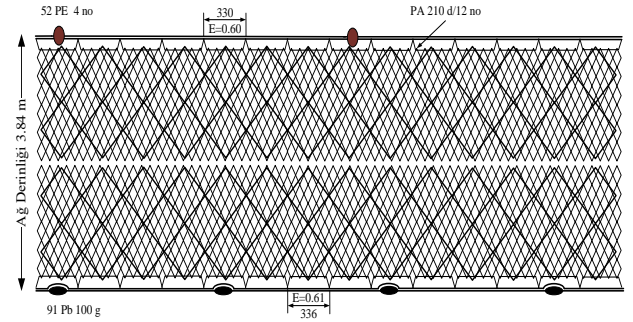
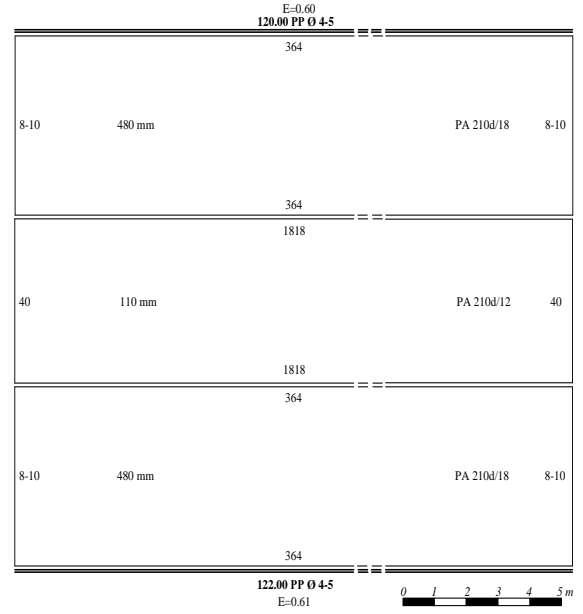
Bu çalışmada, balıkçının kullanmış olduğu uzatma ağlarının teknik plan ve detay çizimleri, en yaygın kullanılan av aracı modeline göre yapılmıştır. Uzatma ağlarının teknik planlarının çizimi, en büyük ağ göz boyu ve ağ göz sayısını içeren ölçütlere göre yapılmıştır.

Fanyalı Ağlar;

Kalın Ağlar: Fethiye Körfezi'nde kullanılan kalın ağların ağ göz boyu tor kısmında 64-110 mm, fanya kısmında ise 280-480 mm arasında değişmektedir. Bu ağların ip kalınlığı torda 210d/6-12 numara, fanyada ise 210d/12-18 numara olup her iki ağda (tor ve fanya) poliamid (PA) materyalden oluşmaktadır. Tor ağ 40-50 göz, fanya ise 5-10 göz derinliğindedir. Bu ağlar %45 ve %62,5 arası değişen donam faktörlerinde donatıldığı için 1 posta ağın uzunluğunun 90-125 m arasında değişmektedir. Kalın ağların hemen hemen hepsinde, mantar ve kurşun yakalarında ikili (koşmalı) polipropilen (PP) halatlar kullanılmaktadır. Fethiye Körfezi'nde en çok kullanılan kalın ağın teknik planı Şekil 2'de detaylı olarak verilmiştir. Donam faktörünün tespitinde kullanılan ve birim yakaya donatılan ağ gözü miktarı olarak tanımlanan çako boyu bölgede çako olarak isimlendirilmektedir. Her bir çakoya 5 tor ve 1 fanya donatılmaktadır ve donam da genellikle 3 tam göz boyuna 5 göz (3/5) alınarak yapılmaktadır. Buna göre bir çako boyu yaklaşık 330-336 mm arasında değişmektedir. Mantar yakada 6 boş 1 yüzdürücü kullanılırken, kurşun yakada 3 boş 1 dolu kurşun kullanılmaktadır. Bu ağların donamdan sonraki yüksekliği 3,84 m'dir.

Orta Ağlar: Fethiye Körfezinde "Orta Ağ" olarak ifade edilen fanyalı uzatma ağların tor kısmı; 50-56 mm ağ göz boyunda, 210d/6 no ip kalınlığında ve 80-100 göz yüksekliğinde olabilmektedir. Fanya ise 250-280 mm ağ göz açıklığında 210d/6 no ip kalınlığında ve 17 göz yüksekliğindedir. Bu ağların donam faktörleri %50,0-62,5 arasında değişmektedir. Genelde 2,5 göze 5 göz donam ile donatılmakta olup en yaygın kullanılan donam faktörü %50'dir. Her çakoya 5 tor ağ gözü ile 1 fanya alınarak donatılmaktadır. Mantar yakada Ø4'lük PP kullanılırken, kurşun yakada koşmalı Ø3,5-5'lik PP halat kullanılır. Mantar yakada 3-4 no Etilen Vinil Asetat (EVA) veya

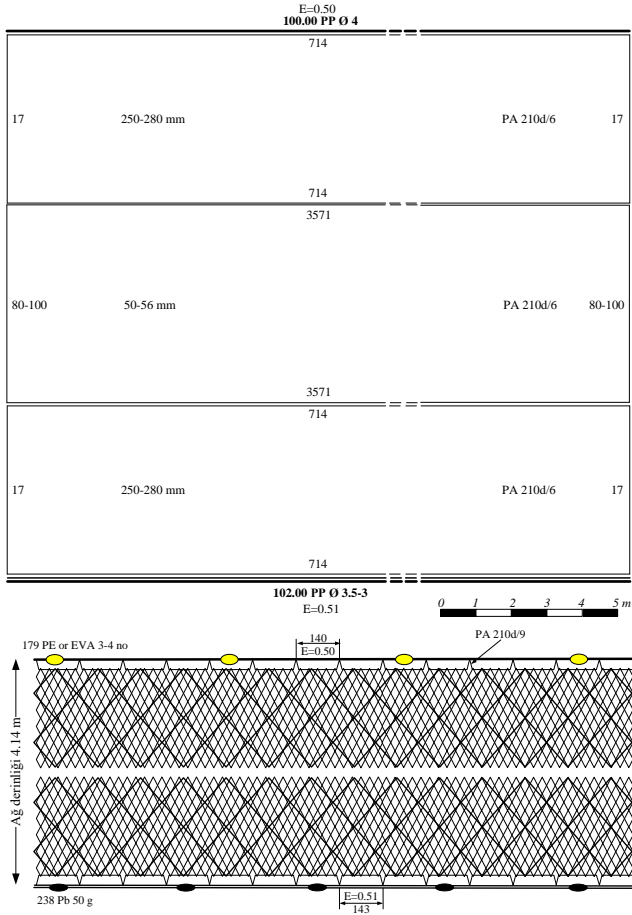
polietilen (PE) yüzdürücülerden 3 boş 1 dolu, kurşun yakada ise 50 gr'lık kurşunlar (Pb) 2 boş 1 dolu olarak donatılır. Orta ağlar donatıldıktan sonra 4,14 m derinliğinde ve genelde 100 m uzunluğundadır (Şekil 3).



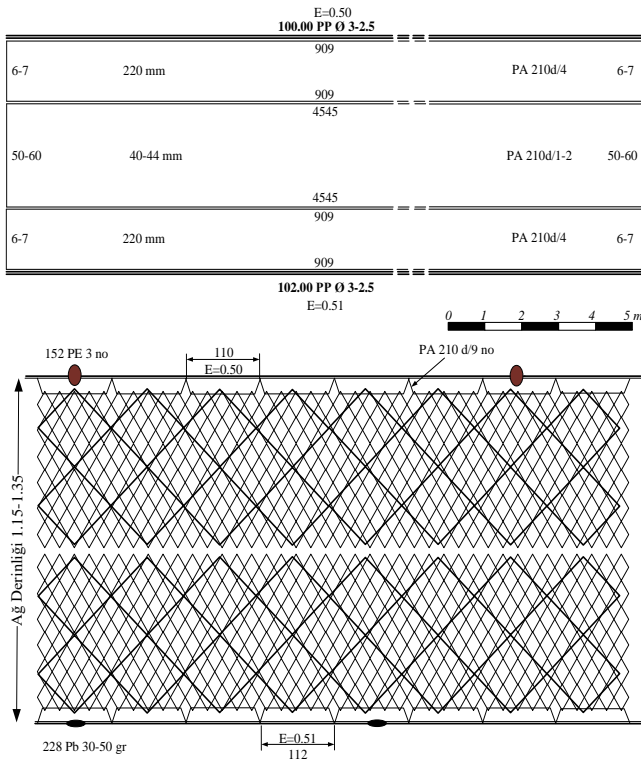
Şekil 2. Kalın ağın teknik planı ve detay gösterimi.

Figure 2. Technical plan and detail representation of the thick nets.

İnce Ağlar: Fethiye Körfezi'nde "İnce Ağlar" olarak ifade edilen ağların tor kısmın 40-44 mm ağ göz boyunda ve 210d/0-2 numara ip kalınlığındaki PA ağlardan oluşurken, fanya kısmı ise 200-220 mm ağ göz boyunda ve 210d/4-6 numaralar arası PA ağlardan oluşmaktadır. barbun-karides ağları bu ağlar grubunda yer almaktadır. Genelde %50,0 donam faktörü ile donatılan bu ağların her bir postası yaklaşık 100 m uzunluğundadır. İnce ağların mantar ve kurşun yakasında Ø3-2,5 PP materyalden koşmalı yaka kullanılmaktadır. Her çakoya 5 tor ve 1 fanya alınmaktadır. 3 numara PE yüzdürücüler 5 boş 1 dolu şeklinde donatılırken, kurşun yakada 30-50 gr'lık kurşunlar 3 boş 1 dolu şeklinde donatılır. Bu donam faktörü ile 50-60 göz tor ve 6-7 göz fanya derinliğindeki ince ağların donatıldıktan sonraki derinliği 1,15-1,35 m arasında değişmektedir (Şekil 4).

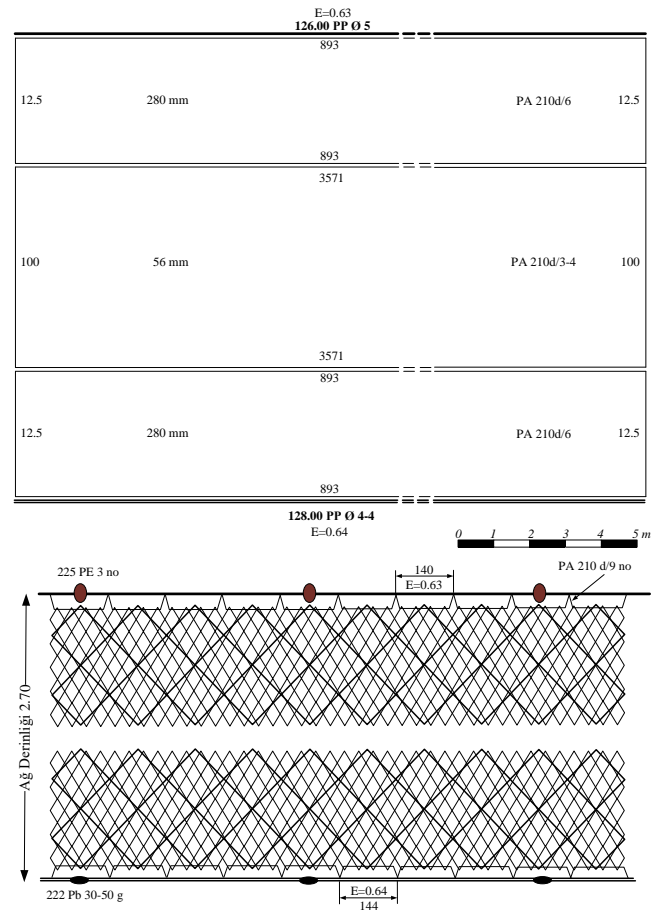


Şekil 3. Orta ağın teknik planı ve detay gösterimi.
Figure 3. Technical plan and detail representation of the medium nets.



Şekil 4. İnce ağın teknik planı ve detay gösterimi.
Figure 4. Technical plan and detail representation of the thin nets.

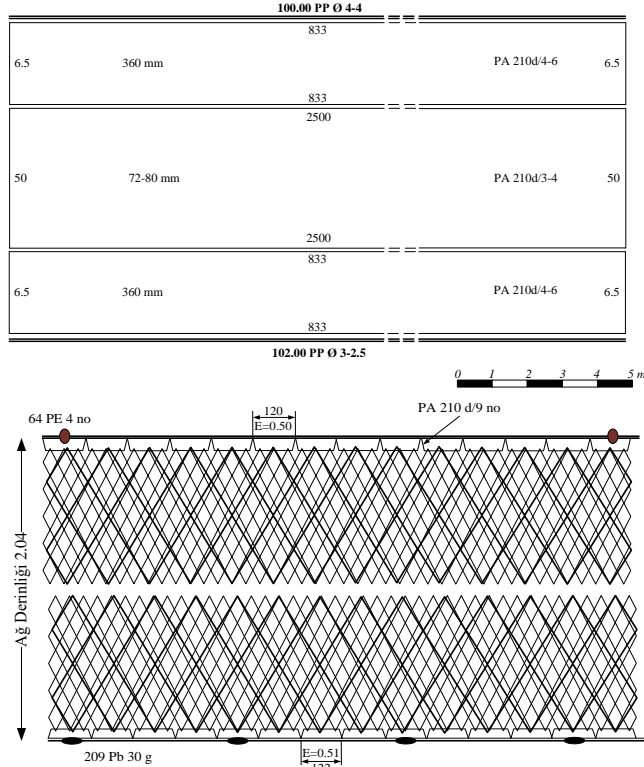
Yüksek (Biledye) Ağ: “Yüksek Ağ (Biledye ağı)” olarak ifade edilen bu ağların tor kısmı genelde 100 göz derinliğinde 56 mm ağ göz boyunda ve fanya kısmı ise 12,5 göz derinliğinde 280 mm ağ göz boyundaki PA ağlardan oluşmaktadır. Balıkçılar ağı donatırken 2,5 göz tor uzunluğuna 4 göz tor veya yarım fanya boyuna 4 göz tor donatılmaktadır. Bu ağlar yaklaşık %62,5 donam faktörü ile donatılmakta ve 1 posta ağ yaklaşık 126 m gelmektedir. Ağın donamdan sonraki derinliği yaklaşık 2,70 m’dir. Mantar yakada Ø5 numara, kurşun yakada koşmalı Ø4-4 numara PP halatlar kullanılmaktadır. Yüzdürücü olarak 3 boş 1 dolu 3 no PE yüzdürücü tercih edilirken, kurşun yakada 30-50 gr kurşunlar yine 3 boş 1 dolu olarak donatılır (Şekil 5).



Şekil 5. Yüksek ağ (biledye ağ) teknik planı ve detay gösterimi.
Figure 5. Technical plan and detail representation of the high net.

Dil Ağı: Fethiye Körfezi’nde kullanılan dil ağlarının tor kısmı; 72-80 mm ağ göz açıklığında 210d/3-4 no ip kalınlığında ve 50 göz yüksekliğindedir. Tor ağın her iki tarafına konulan fanyalar ise 360 mm göz açıklığında, 210d/4-6 no ip kalınlığında ve 6,5 göz yüksekliğindedir. Her iki ağ da PA materyalden yapılmıştır. Dil ağlarında uygulanan donam, 1,5 tor göz uzunluğuna 3 tor ve 1 fanya gözünün donatılması şeklindedir. Uygulanan donam faktörü %50,0 olup her bir posta uzunluğu 100 m uzunluğundadır. Ağın hem mantar hem de kurşun

yakasında koşmalı PP halat kullanılır. Mantar yaka 4 numara PE yüzdürücülerden 12 boş 1 dolu olarak, kurşun yakada 30 gr'lık kurşunlar 3 boş 1 dolu şeklinde donatılmaktadır. Ağın derinliği %50 donam faktörüne göre 2 m'nin üzerinde olmasına rağmen kullanılan yüzdürücü materyallerin çok aralıklı donatılması ağın dipte yatık pozisyonda konumlandığını göstermektedir. Bu duruma akıntı ve dalga hareketleri neden olabilmektedir (Şekil 6).



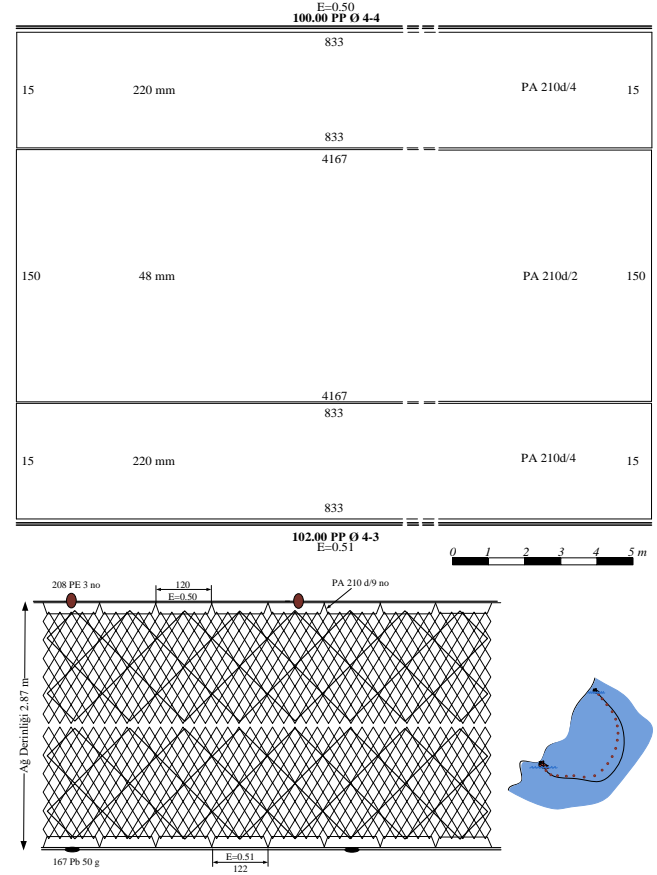
Şekil 6. Dil ağının teknik planı ve detay gösterimi.
Figure 6. Technical plan and detail representation of the sole net.

Voli Ağı: Fethiye Körfezi'nde kullanılan voli ağlarının derinliğine göz sayısı; torda 150 göz iken fanyada 15 göz civarındadır. Tor ağlar genelde 48 mm ağ göz açıklığında, 210d/2 no ip kalınlığında olup fanya ağ göz uzunluğu 220 mm, ip kalınlığı ise 210d/4 numaradır. Bu ağlarda 2,5 göz tor uzunluğuna, 5 tor ve 1 fanya serbest olarak donatılmaktadır. %50 donam faktörü ile donatılan 1 posta voli ağının uzunluğu 100 m'dir. Ağın hem mantar hem kurşun yakasında PP koşmalı halatlar kullanılmaktadır. PE 3 numara yüzdürücüler mantar yakaya 3 boş 1 dolu şeklinde, 50 gr'lık kurşunlar kurşun yakaya 4 boş 1 dolu olarak donatılmaktadır. Ağın donamdan sonraki derinliği yaklaşık 2,87 m olup bu ağlar ile gün içerisinde birden fazla operasyon yapılabilmektedir (Şekil 7).

Galsama Ağları (Ağırlık veya Çapayla Sabitlenmiş);

Palamut Ağı: Fethiye Körfezi'nde kullanılan palamut ağı, PA materyalden yapılmış olup genellikle 84 mm ağ göz boyunda, 210d/6 no ip kalınlığındadır. Palamut

ağlarına yöredeki balıkçılar 1,25 ağ göz uzunluğuna 2 göz, 1,5 ağ göz uzunluğuna 2 göz veya 2 ağ göz uzunluğuna 3 göz donam uygulamaktadır. Bu donamların hepsinde palamut ağının genellikle donam faktörü %63 olup 1 posta ağ da yaklaşık 126 m civarındadır. Ağlar oldukça derin ağlar olup derinliğine göz sayısı 200 göz, donamdan sonra derinliği 13,10 m civarındadır. Ağın kurşun ve mantar yakaları koşmalı olup 4'lük PP halat ile donatılmaktadır. Mantar yaka da EVA veya PE materyalden 5 numara mantarlar tercih edilmekte ve bunlar yakada 5 boş 1 dolu şeklinde donatılır. 40 gr'lık kurşunlar oldukça sık olarak 2 boş 1 dolu şeklinde konumlandırılmıştır (Şekil 8).

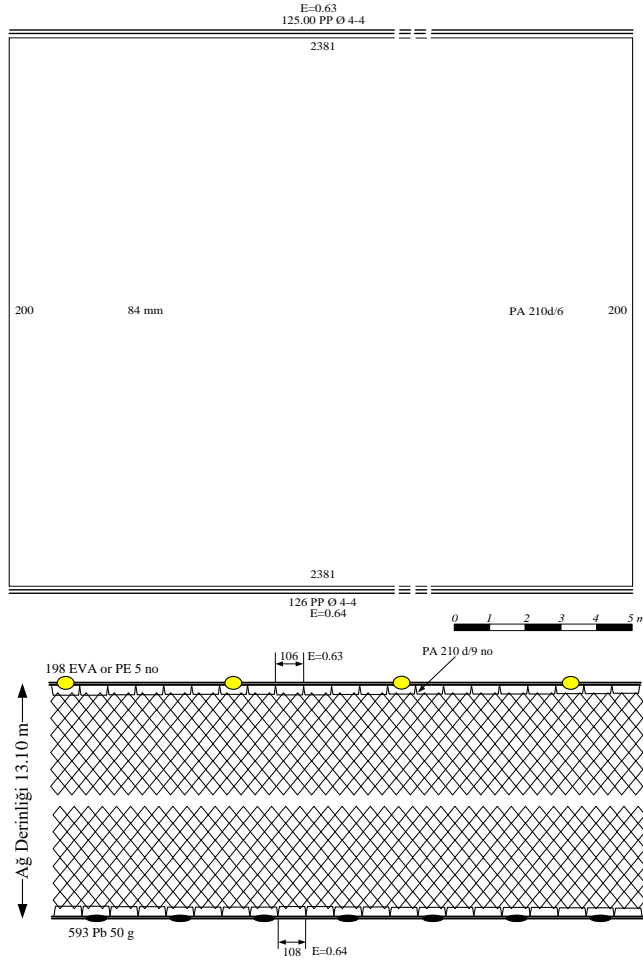


Şekil 7. Voli ağının teknik planı ve detay gösterimi.
Figure 7. Technical plan and detail representation of the voli net.

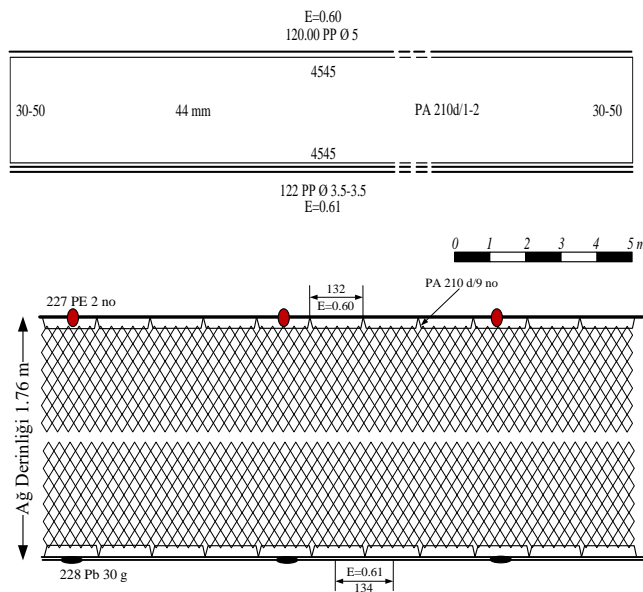
Barbun Ağı

Fethiye Körfezi'nde kullanılan barbun galsama uzatma ağları PA materyalden yapılmış olup, 44 mm ağ göz boyunda, 210d/1-2 no ip kalınlığındadır. Genellikle 3 göze 5 tor ağ gözü alınarak uygulanan %60 donam faktörü ile donatılan bu ağın yüksekliği 30-50 göz arasında değişmektedir. 1 posta barbun ağının uzunluğu 120 m'dir. Serbest donam ile donatılan ağın mantar yakasında Ø5'lik kurşun yakasında ise koşmalı Ø3,5'lik PP halatlar kullanılmaktadır. Mantar yakada kullanılan 2 numara PE yüzdürücüler ile kurşun yakada 30 gr ağırlığındaki kurşunlar yakalara 3 boş 1 dolu şeklinde donatılır. Ağın

donamdan sonraki derinliği yaklaşık 1,76 m civarındadır (Şekil 9).



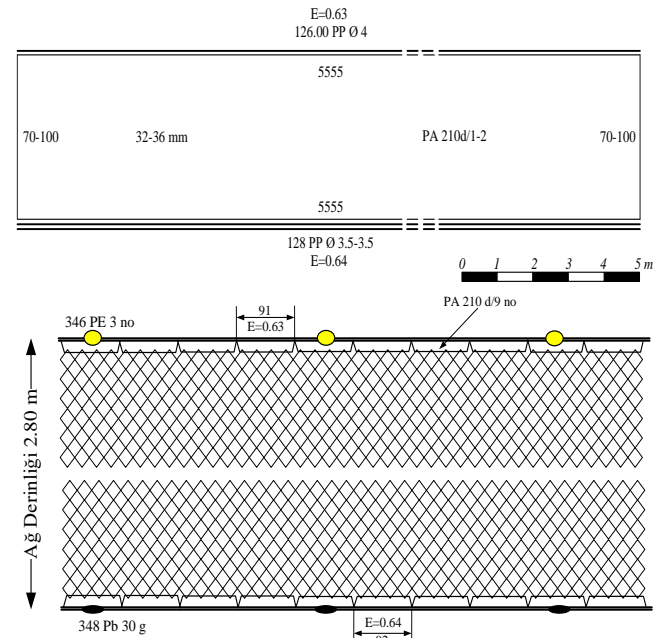
Şekil 8. Palamut ağının teknik planı ve detay gösterimi.
Figure 8. Technical plan and detail representation of the bonito net.



Şekil 9. Barbun ağının teknik planı ve detay gösterimi.
Figure 9. Technical plan and detail representation of the red mullet net.

Sardalye (Yem) Ağı

Fethiye Körfezi'nde kullanılan sardalye ağı genellikle paragat avcılığına yem sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle bazı balıkçılar zaman zaman yem ağı olarak da tanımlanmaktadır. 32-36 mm ağ göz boyunda, 70-100 göz derinliğinde ve olan bu ağlar genelde 210d/1-2 numara PA ağdan yapılmaktadır. Sardalye ağı 2,5 ağ göz uzunluğuna 4 göz alınarak yaklaşık %63'lük bir donam faktörü ile yapılmaktadır. Bazı balıkçılar bu uygulamayı 2,5 göze 5 göz olarak donamı %50 civarlarında da yapabilmektedirler. Ancak, yaygın kullanımın %63'lük donam uygulaması ile bir posta uzunluğunun yaklaşık 126 m'dir. Mantar yakada Ø4'lük tek halat kurşun yakada koşmalı Ø3,5 PP halat kullanılır. PE 3 no yüzdürücüler ile 30 gr'lık kurşunlar yakalara 3 boş 1 dolu şeklinde donatılır. Ağın donamdan sonraki derinliği 2,80 m civarındadır (Şekil 10).



Şekil 10. Sardalye (yem) ağının teknik planı ve detay gösterimi.
Figure 10. Technical plan and detail representation of the sardine (bait) net.

Kalın uzatma ağlarının hedef türleri sinagrit, akya, lahoz, ıstakoz (böcek), aslan balığı (*Pterois volitans*) iken ıskarta türler ise balon balığı (*Lagocephalus sceleratus*), vatoz, elektrik balığıdır. Kalın ağlar Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında kullanılmaktadır. Yıl boyunca kullanılan orta ağlar ile en iyi verim Ocak, Şubat, Mart Nisan, Eylül, Ekim Kasım ve Aralık aylarında alınmaktadır. Orta ağların hedef türleri kefal, akya, sokkan (*Siganus sp.*), ıskaroz (*Sparisoma cretense*), travilya (*Caranx crysos*), kalamar, ahtapot ve aslan balığı olup ıskarta türleri ise vatoz, köpek, balon, trompet (*Macroramphosus scolopax*) ve külâh (*Fistularia commersonii*) balığıdır. İnce ağların kullanım dönemleri hedef ve ıskarta türleri Fethiye ve Göcek'e göre farklılık gösterebilmektedir ve bu ağlar ile Fethiye

Körfezi'nde karides ve kırma mercan, kılkuyruk mercan (*Nemipterus randalli*) ve iskarmoz (*Sphyaena spp.*), hedeflenirken parazitlerden zarar gören balık türleri de iskarta edilmektedir. Bu ağlar Aralık, Ocak ve Şubat aylarında kullanılmakta olup diğer aylarda farklı av araçları kullanılmaktadır. Göcek'te ise ince ağlarla barbun, karides, bakalyaro, uskumru, kırma mercan, istavrit, çipura ve kıyıda beyaz - siyah sokkan hedeflenmektedir. Atılan türler ise tiryaki, iskarmoz, balon, köpek balığıdır. Bütün yıl boyunca kullanılan ağlarda en iyi verim Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında elde edilmektedir. Iskarta türü bulunmayan yüksek (biledye) uzatma ağları ile melanur, turna, karagöz, çipura, kefal, akya, travilya, sinagrit hedeflenmektedir. Yoğun olarak Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında kullanılmaktadır. Fanyalı dil uzatma ağı ile dil, ahtapot, çipura hedeflenirken, vatoz, köpek, deniz salyangozu iskarta edilmektedir. Dil uzatma ağları yoğun olarak Aralık, Ocak ve Şubat aylarında kullanılmaktadır. Voli uzatma ağları ile yakalanan türler kefal, sokkan, çipura, barbun, sargoz, karagöz, akya, travilya gibi çok sayıda tür hedeflenmektedir. Atılan tür olarak sadece vatozdur. Voli uzatma ağları tüm yıl boyunca kullanılmakta olup yoğun olarak Eylül, Ekim, Kasım aylarında avcılık yapılmaktadır. Sinagrit ağları ile sinagrit, iskarmoz, karagöz, iskorpit, lahos, beyaz -siyah sokkan hedeflenirken balon, aslan balığı, vatoz, köpek balığı iskarta edilmektedir. Bu ağlar en çok Mart-Temmuz dönemi arasında verimli olmaktadır. Körfezde kullanılan galsama uzatma ağları yakaladığı hedef türe göre isimlendirilmiştir. Palamut ağı ile palamut ve akya türlerinin avcılığı hedeflenmektedir. Bu ağlarda balon ve köpek balığı iskarta edilmektedir. Palamut ağları Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında kullanılmayan bu ağlarla en iyi verim Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs ayları da elde edilmektedir. Sardalye (yem) ağı genellikle paragat takımlarına yem sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu ağın hedef türleri sardalye, ispirna (turnanın küçüğü), tirsisi olup tüm yıl boyunca kullanılmaktadır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Fethiye Körfezi'nde 6'sı fanyalı (100100 m) ve 3'ü galsama (24675 m) olmak üzere toplam 9 uzatma ağı tespit edilmiştir. Uzatma ağları ISSCFG, (2016)'ya göre iki sınıflandırma altında toplanmıştır. Fethiye Körfezi'nde kooperatiflere kayıtlı toplam 139 balıkçı teknininin 100'ü uzatma ağı kullanmakta, tamamına yakını KÖB'le uğraşmaktadır. Fethiye Körfezi balıkçılığında kullanılan uzatma ağlarını tüm yönleri ile ele alan detaylı bir çalışmaya herhangi bir zaman diliminde rastlanmamıştır. Sadece 2011 yılından öncesine kadar sürüklenen galsama ağları kullanan tekneler ve kılıç-tülina uzatma ağlarının teknik yapısı üzerine önemli çalışmalar mevcuttur. Akyol

vd., (2005, 2008) Fethiye Bölgesi'nin önemli kılıç ve tülina avcılık sahası yerleri olduğunu bildirmişlerdir. 2011 yılının Haziran ayında Türkiye balıkçılık yönetimi ve ICCAT tarafından sürüklenen galsama ağları tamamen yasaklanmıştır. O zamana kadar bölgede kullanılan sürüklenen galsama ağları ile tülina ve kılıç avcılığı yapan 20 kadar teknede (Akyol vd., 2012), 85000 m uzunluğunda kılıç ağı, 15000 m uzunluğunda tülina ağı kullanıldığı beyan edilmiştir (Aydın & Doyuk, 2012). Fethiye Körfezi, Resmi Gazete'nin 5 Temmuz 1988 tarih ve 19863 nolu sayısı ile ÖÇK ilan edilmiştir. Bu tarihten sonra alanda bilimsel araştırmalar daha çok kamuoyu, sivil toplum örgütleri ve merkezi otorite tarafından iribaş deniz kaplumbağası (*Caretta caretta*) üzerine yoğunlaşmıştır.

Fethiye balıkçısı, birçok yerde olduğu gibi uzatma ağlarını yapısal ve teknik özelliklerine göre kendi bölgesel isimler veya avlanılacak olan hedef türe göre isimlendirdiği gözlenmiştir. Fanyalı ağlar sınıfında olan kalın, orta ve ince ağlardaki ayırım ise uzatma ağında kullanılan ip kalınlığı ve ağ göz büyüklüğü gibi önemli iki kriterle yapılabilmektedir. Tablo 4'deki gibi ip kalınlığı ve ağ göz boyu en küçükten büyüğe doğru gidildikçe ince, orta ve kalın olarak isimlendirilmiştir. Ceyhan ve Akyol, (2005) Gökova'da barbun avcılığında kullanılan uzatma ağını, hem galsama hem fanyalı barbun ağı olarak tanımlarken, Fethiye'de fanyalı barbun ağları ince ağlar grubunda yer almaktadır. İnce ağlar ile karides, barbun, tekir, paşa barbunu, kırma mercan, kılkuyruk mercan gibi birçok tür yakalanmaktadır. Aynı durum kalın ağlarda ki sinagrit türü için de geçerlidir. Gökova'da sinagrit uzatma ağı mevcutken bu tür Fethiye de kalın ağ grubunun içinde yer almıştır (Ceyhan & Akyol, 2005). Fethiye Körfezi'nde orta ağlar ise en az tercih edilen uzatma ağlarıdır. Bu durumun orta ağ grubunda ki hedef türlerin hemen hepsinin ince ağ ile yakalanabilmesi önemli bir etken olduğu düşünülmektedir. Körfezde, az sayıdaki melanurya ağı yapısal olarak palamut ağına benzemekte sadece kullanılan ağ göz büyüklüğü farklılık göstermektedir. Bu nedenle toplam ağ uzunluğu hesabında bu ağlar palamut ağlarına dahil edilmiştir, ayrıca melanur ağı verilmemiştir.

Türkiye'de çok çeşitli uzatma ağları kullanılmasına karşın gerekli yetkili kurumlar tarafından uluslararası standartlara göre yapılmış bir sınıflandırma mevcut değildir. Bu nedenle birçok çalışmada av araçları teknik detay ve döküm verilirken sadece ağ isimlendirilmelerine göre ya da temel iki sınıflandırmaya (fanyalı ve sade ağlar) göre yapılması olası bir durumdur. Oysaki FAO 1980 yılından bu yana balıkçılık takımlarının istatistiksel veri toplamada kullandığı istatistikler mevcut olup bunlar gerekli görüldüğünde bir takım revizyonlar ile tekrardan ilan edilmektedir. Çünkü balıkçılıkta dinamik bir yapı olması sebebiyle zaman zaman av araçları da bundan etkilenebilmektedir (ISSCFG, 1980, 2013, 2016). Doyuk,

(2006) bu standartları Çanakkale Bölgesi'ndeki av araçlarının teknik özelliklerinin tespitinde kullanmıştır. Bu tür sınıflandırmalar uluslararası kıyaslamalarda oldukça önem arz edebilmekte ve olası yapılabilecek hataları da ortadan kaldırılabileceği düşünülmektedir. Buna göre bu çalışmada Fethiye Körfezi'nde ISSFCG 2016'ya göre

uzatma ağlarının istatistiksel sınıflandırmasına göre yapılan bazı teknik detay farklılıkları Tablo 4'te verilmiştir. Bunların dışında yapısal ve teknik olarak çok büyük farklılık olmasa da bazı küçük farklılık gösterecek uzatma ağlarının olması kaçınılmazdır.

Tablo 4. Av araçlarının teknik detayları ve hedef türleri.
Table 4. Technical details and target species of fishing gears.

Fanyalı Ağlar	E	Ağ Göz Boyu	İp Kalınlığı	Hedef Türler	
Kalın Ağ	%45-62,5	Galsama	64-110	210d/6-12	Beyaz Lahos, Siyah Lahos (İstira), Sinagrit, Melanurya
		Fanya	280-480	210d/12-18	Akya, Lambuka, Istakoz (böcek), Aslan balığı
Orta Ağ	%50-62,5	Galsama	50-56	210d/3-4	Iskaroz, Soğan balığı, Sokkan Karagöz, Ahtapot
		Fanya	250-280	210d/6	Kefal, Sargoz, Mercan, Dip balıkları
İnce Ağ	%50-67,5	Galsama	40-44	210d/0-2	Karides, Barbun, Tekir, Paşa barbunu
		Fanya	200-220	210d/4-6	Kırma Mercan, Kalkuyruk mercan
Yüksek Ağ (Biledye)	%62,5	Galsama	56	210d/3-4	Melanurya, Turna, Karagöz, Çipura
		Fanya	280	210d/6	Kefal, Travilya, Akya
Dil Ağı	%50	Galsama	72-80	210d/3-4	Dil, Ahtapot, Çipura
		Fanya	360	210d/4-6	
Voli Ağı	%50	Galsama	48	210d/2	Kefal, Saragoz, Çipura, Sokkan, Barbun
		Fanya	220	210d/4	Karagöz, Travilya
Galsama Ağları					
Palamut Ağı	%50-67	Galsama	84	210d/6	Palamut, Melanurya, Akya
Barbun Ağı	%60	Galsama	44-50	210d/1-2	Barbun, Tekir, Uskumru, Mercan, Kupez, Bakalyaro, İstavrit
Sardalye (Yem) Ağı	%50-62,5	Galsama	32	210d/2	Sardalye, İri sardalye, İspirna (turna)

Balık stoklarının korunmasında stoka baskı yapan av araçları ve sayılarının bilinmesi önemlidir. Hatta bunların belirli standartlarda olması ve birim av güçlerinin tespiti balıkçılık yönetimi açısından şarttır. Ayaz vd., (2008) su ürünleri stoklarının korunması, sürdürülebilir kullanımı ve doğru politikalar üretilmesinde, av araçlarının belli standartlarda olması büyük önem taşımaktadır. Çalışma teknik ve yapısal özellikler bakımından diğer çalışmalardaki av araçları ile benzerlik göstermesine rağmen toplam av aracı ve uzunluklar açısından incelediğimizde Ayaz vd., (2008, 2012)'nin Gökçeada, Bozcaada ve Saroz Körfezi'ndekilerinin yanında oldukça azdır. Bu durum bölge balıkçısının genelde turizm ile yoğun olarak ilgilendiğini göstermektedir.

Balıkçılıkta ürün ile ilk etkileşim içindeki olan unsurlar av araçları ve balıkçılardır. Özbilgin vd., (2009) balıkçılıkta balık stok büyüklüğü kadar bu stok üzerinde av baskısında kullanılan av araçları ve balıkçı sayısının da oldukça önemli olduğunu bildirmiştir. Sürdürülebilir canlı deniz kaynaklarında avlanan balık miktarı kadar, balık türleri ve büyüklükleri, balıkçıların ve balıkçı teknelerinin sayıları, avlanmada kullanılan yöntemler ve kullanılan malzemelerin özellikleri de önemlidir (Aksoy & Koç, 2012). Aynı zamanda balıkçılık dinamik bir yapısı olması nedeniyle bu tür verilerin sürekli olarak alınması ve izlenmesi gereklidir (Tokaç vd., 2007). Sonuç olarak, balıkçılık yönetiminde av araçlarının teknik özelliklerinin ortaya konulması ve takibi, uluslararası sınıflandırmaya göre verilerin toplanması ulusal balıkçılık kaynaklarının

uluslararası platformda kıyaslamada ve durum tespiti açısından önemlidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Lisbet Rausing ve Peter Baldwin'ın sahip olduğu Arcadia Fonu ve Cambridge Üniversitesi bünyesindeki Cambridge Koruma Girişimi'nin desteği ile kurulan Endangered Landscapes Program (Tehdit Altındaki Coğrafyalar Programı) çerçevesinde Akdeniz Koruma Derneği tarafından Türkiye'de yürütülen proje kapsamında yapılmıştır. Katkılarından dolayı proje yürütücüsü Zafer Kızılkaya'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aksoy, R. & Koç, G. (2012).** Küçük ölçekli balıkçılığın genel profili: Zonguldak ili merkez ilçesinde bir saha çalışması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 8, 87-103.
- Akyol, O. & Ceyhan, T. (2011).** Turkish swordfish fishery. *Collective Volume of Scientific Papers*, ICCAT, 66 (4), 1471-1479.
- Akyol, O., Ceyhan, T. & Erdem, M. (2012).** Turkish pelagic gillnet fishery for swordfish and incidental catches in the Aegean Sea. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 18 (2), 188-196.

- Akyol, O., Erdem, M., Ünal, V. & Ceyhan, T. (2005).** Investigations on drift-net fishery for swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the Aegean Sea. *Turkish Journal Veterinary and Animal. Sciences*, **29**, 1225-1231.
- Akyol, O., Karakulak, F.S., Ceyhan, T. & Dede, A. (2008).** Türkiye Denizleri'nde kullanılan sürüklenen pelajik uzatma ağları ve yasal düzenlemeler. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **25** (2), 153-157. DOI: [10.12714/egejfas.2008.25.2.5000156587](https://doi.org/10.12714/egejfas.2008.25.2.5000156587).
- Ayaz, A., İşmen, A., Altınağaç, U., Özekinci, U. & Ayyıldız, H. (2008).** Saroz Körfezi dip uzatma ağlarının teknik özellikleri ve yapısal özellikleri. *Journal of Fisheries Science.com*, **2**(3), 499-505. DOI: [10.3153/jfscom.mug.200746](https://doi.org/10.3153/jfscom.mug.200746).
- Ayaz, A., Öztekin, A. & Cengiz, Ö. (2012).** Gökçeada ve Bozcaada'da (Kuzey Ege Denizi) kullanılan uzatma ağlarının yapısal özellikleri. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **2**(2), 104-111.
- Aydın, M. & Doyuk, S.A. (2012).** Türkiye'deki kılıç (*Xiphias gladius*), tulina (*Thunnus alalunga*), yazılı orkinos (*Euthynnus alletteratus*) avcılığı. *Ordu Üniversitesi Bilim Teknik Dergisi*, **2**(1), 1-12.
- Ceyhan, T. & Akyol, O. (2005).** Gökova Körfezi'nde (Ege Denizi) kullanılan uzatma ağlarının teknik özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **22** (3-4), 269-272. DOI: [10.12714/egejfas.2005.22.3.5000156921](https://doi.org/10.12714/egejfas.2005.22.3.5000156921).
- Diken, G. (2020).** An Overview of the Impact and Management Strategies of Anthropogenic Climate Change on Fisheries and Seafood. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, **5**(3), 295-303. DOI: [10.35229/jaes.718925](https://doi.org/10.35229/jaes.718925)
- Doyuk, S.A. (2006).** Çanakkale Bölgesi'nde kullanılan av araçlarının teknik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye, 114s.
- EJF. (2007).** *Illegal driftnetting in the Mediterranean*. Environmental Justice Foundation, London, UK. ISBN No: I-904523-II-O, 21p.
- FAO. (1978).** *FAO Catalogue of small-scale fishing gear*. Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England, 160p.
- GFCM. (2018).** GFCM Data Collection Reference Framework (DCRF). Version 2018.1, 119p.
- Hoşsucu, H. (1998).** *Balıkçılık I. Avlama araçları ve teknolojisi*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No 55, Ders Kitabı Dizini No: 24, İzmir, 247s.
- ISSCFG. (1980).** International Standard Statistical Classification of Fishing Gear (ISSCFG, 1980) (former ANNEX MI). <http://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/capture-fisheries-statistics/fishing-gear-classification/en/> (1 Mart 2020).
- ISSCFG. (2013).** International Standard Statistical Classification of Fishing Gear (ISSCFG Rev. 1, 2013) (former ANNEX M.II). <http://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/capture-fisheries-statistics/fishing-gear-classification/en/> (1 Mart 2020).
- ISSCFG. (2016).** List of revisions and correspondence between ISSCFG (1980) and ISSCFG Rev.1 (2013) (former ANNEX M.III). <http://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/capture-fisheries-statistics/fishing-gear-classification/en/> (1 Mart 2020).
- Nédélec, C. (1975).** *FAO Catalogue of small-scale fishing gear*. Fishing News (Books) Ltd., Surrey, England, 191p.
- Northridge, S.P. (1991).** *Driftnet fisheries and their impact on non-target species: a worldwide review*. FAO Fisheries Technical Paper, No.320, Rome, 115p.
- Özbilgin, Y., Gökçe, G., Özbilgin, H., Çelik, O., Ünal, V. & Tokaç, A. (2009).** Kuzeydoğu Akdeniz balıkçılığının yapısal analizi. Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, BAP-SÜF AİT (YÖ) 2007-1, 146s.
- Tokaç, A., Ünal, V., Tosunoğlu, Z., Akyol, O., Özbilgin, H. & Gökçe, G. (2007).** Ege Denizi balıkçılığının yapısal analizi. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri. 2002/SÜF/006, Bornova, 161s.
- WWF. (2013).** Ekosistem temelli yönetim sürdürülebilir balıkçılık için. <http://www.wwf.org.tr/?1961> (15 Şubat 2020).



Morphometric Study on the Hasak Sheep Mandible

Zekeriya ÖZÜDOĞRU¹ Ramazan İLGÜN^{1*} Mehmet CAN²

¹Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Anatomy, Aksaray, Turkey
²Balıkesir University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Anatomy, Balıkesir, Turkey

Geliş/Received: 24.07.2020

Kabul/Accepted: 27.10.2020

How to cite: Özüdoğru, Z., İlgün, R. & Can, M. (2020). Morphometric Study on the Hasak Sheep Mandible. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 516-519.

Atıf yapmak için: Özüdoğru, Z., İlgün, R. & Can, M. (2020). Hasak Koyunu Mandibula'sı Üzerinde Morfometrik Bir Çalışma. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(4), 516-519

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-0150-3008>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0789-3628>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-9409-026X>

*Corresponding author's:

Ramazan İLGÜN
Aksaray University, Faculty of Veterinary
Medicine, Department of Anatomy, Aksaray,
Turkey.
✉: rilgun1980@hotmail.com
Mobile telephone : +90 (505) 388 82 24

Abstract: The study was carried out to reveal some macroanatomical and morphometric values on the Hasak sheep mandible. In the study, eight reformed dead Hasak sheep mandibles from Konya Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute were used. The length between 19 different points in the mandible of Hasak sheep was measured and the values obtained were compared with other sheep breeds. As a result of this comparison, it has been determined that the mandible length and mandible height values of Hasak sheep are higher than Hemsin, Morkaraman, Tuj, Mehraban, Iranian domestic sheep breeds and lower than that of Konya merino sheep, Hasmer, Yankasa, Barbados Black Belly sheep. These results are of clinical importance to assist in regional anesthesia of the mandibular and mental nerves, especially during surgical operation, archaeological studies, tooth extraction and treatment in the mandible.

Keywords: Hasak sheep, mandibula, morphometric, nerve.

Hasak Koyunu Mandibula'sı Üzerinde Morfometrik Bir Çalışma

Öz: Çalışma Hasak koyunu mandibulası üzerinde bazı makroanatomik ve morfometrik değerleri ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen 8 adet Hasak koyun mandibulası kullanıldı. Hasak koyununun mandibula'sında 19 farklı noktalar arası uzunluk ölçülmüş ve elde edilen değerler diğer koyun ırklarıyla karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda Hasak koyununun mandibula uzunluk ve mandibula yükseklik değerlerinin Hemsin, Morkaraman, Tuj, Mehraban ve İran yerli koyun ırklarından daha yüksek Konya merinosu, Hasmer, Yankasa ve Barbados Black Belly koyunlarından ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, özellikle mandibula da yapılacak olan cerrahi operasyon, arkeolojik çalışmalar, diş çekimi ve tedavisi sırasında, mandibular ve mental sinirlerin bölgesel anestezisine yardımcı olacak klinik öneme sahiptir.

Anahtar kelimeler: Hasak koyunu, mandibula, morfometrik, sinir.

*Sorumlu yazar:

Ramazan İLGÜN
Aksaray Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Anatomi Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye.
✉: rilgun1980@hotmail.com
Mobile telephone : +90 (505) 388 82 24

INTRODUCTION

In sheep, the mandible is important in terms of feeding, rumination and shredding thanks to its teeth. Among domestic mammals, sheep, the mandible consists of the horizontal corpus mandible and the vertical ramus mandible. Corpus mandibulae has two sides as margo ventralis and margo alveolaris. There are alveoli dentales for

incisive, premolar and molar teeth on the corpus mandibulae and septa interalveolaria among them (Dursun, 1996; Özüdoğru et al., 2019b). The part where the corpus and ramus mandibulae meet in the mandible is called angulus mandible (Dursun, 1996; Özüdoğru et al., 2019b).

In order to increase meat production in our country, crossbreeding of some breeds of domestic sheep and domestic breeds is carried out. For this purpose, Hasak sheep race, which has the ability to reach more weight with less feed in a shorter time, was developed in Konya Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute. (Tekin et al., 2005). Hasak sheep is a high-yielding sheep breed with 31.25% Hampshire Down (HD), 31.25% German Black-headed Meat Sheep (ASB) and 37.5% Akkaraman genotype, which was formed as a result of crossbreeding studies started in 1989 at Konya Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute. Sheep, which has a thin and long tail, does not have horns in males and females. For this breed, it was named HASAK by combining H letters from Hampshire Down (HD), AS from German Black Headed Meat Sheep (ASB) and AK from Akkaraman. (Kaymakçı & Taşkın, 2008).

Anatomical measurements of skulls have been carried out in roe deer, some goat and sheep breeds (Onuk et al., 2013). Macroanatomical and morphometric measurements of the mandible of sheep breeds were carried out both in medicine and Dentistry (Ünsal, 2016; Carvalho et al., 2018) and in Veterinary medicine (Yalçın et al., 2010; Karimi et al., 2011a; Avdic et al., 2013; Monfared, 2013; Demiraslan et al., 2014; Dalga et al., 2017; Özüdoğru et al., 2019a, b). However, no study was found on the morphometry of Hasak sheep's mandible.

The aim of our study is to reveal the macro-anatomical and morphometric properties of the Hasak sheep mandible structure.

MATERIAL AND METHOD

Animals and Experimental design: In the study, 8 reformed dead adult Hasak sheep mandibles obtained from Bahri Dağdaş Agricultural Research Institute were used. After the heads were separated from the body and the skin and flesh were cleaned, it was kept in hydrogen peroxide and the length between nineteen different points was measured in accordance with the literature (Driesch, 1976) by means of the Mitutoyo brand digital caliper. The average and standard deviation values of all measurements obtained after photographing the mandibula with the camera were determined.

Nomina Anatomica Veterinaria (ICVGAN, 2017) was based on the anatomical terms used. Nineteen different inter-point length parameters determined on the mandible in accordance with the literature (Driesch, 1976) are described below (Figure 1, 2, 3).

Measuring points. Condylion (Cnd); Processus condylaris caudal endpoint, (Coronion) Cr; Processus coronoideus caudal endpoint, Gonionventrale (Gv); The inferior end point of the Angulus mandible, Gonioncaudale

(Gc); The caudal end point of the Angulus mandible, Infradentale (Id); The median point on the oral edge of the alveoli of the lower central incisive teeth (Figure 1).

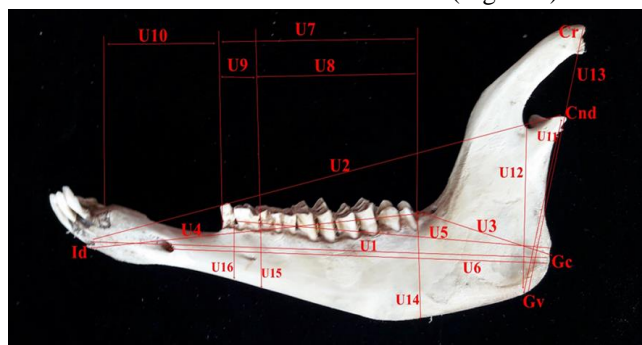


Figure 1. Measurement points on Hasak sheep mandible (U1: Length from Gc to Id, U2: Distance between the aboral edge of the Processus condylaris and the Id, U3: Length from Gc to the posterior alveolar edge of the 3rd molar tooth, U4: Length between the posterior alveolar edge of the molar tooth and Id, U5: Length between Gc and the anterior alveolar edge of the 2nd premolar tooth, U6: Length between Gc and the aboral edge of Foramen mentale, U7: Length between first premolar tooth and last molar tooth, U8: Length between first and last molar tooth, U9: Length between first and last premolar teeth, U10: Diastema length, U11: Length from Gv to Cnd, U12: Inc with Gv. length between the deepest point of the mandible, U13: Length from Gv to Cr, U14: Mandibular height at the level of the posterior alveolar edge of the 3rd molar tooth, U15: Mandibular height at the level of the anterior alveolar edge of the 1st molar tooth, U16: Height of the mandible at the level of the anterior alveolar edge of the 2nd premolar tooth).



Figure 2. Hasak sheep mandible medial view (U17: The distance between the Foramen mandible and the caudal end point of the Angulus mandible, U18: The distance between the foramen mandible and the base of the mandible, U19: Distance between the foramen mandible and the caudal edge of the mandible).



Figure 3. Hasak sheep mandible lateral view (di: Diastema, fm: Foramen mentale, ma: Margo alveolaris, ivf: Incisura vasorum facialium, cm: Corpus mandibulae, agm: Angulus mandibulae, fms: Fossa maseterica, rm: Ramus mandibulae, pcm: Processus condylaris, im: Incisura mandibulae, pc: Processus coronoideus, fma: Foramen mentale accessoria).

RESULTS AND DISCUSSION

The mean and standard deviation values of Hasak sheep's mandible in the study are shown in Table 1.

Table 1. Average and standard deviation values of mandible measurement values of Hasak sheep and other sheep (Konya merino (Özüdoğru et al., 2019a), Hasmer (Özüdoğru et al., 2019b), Hemşin (Dalga et al., 2017), Tuj (Demiraslan et al., 2014), Morkaraman (Demiraslan et al., 2014), Mehraban (Karimi et al., 2011), Barbados Black Belly (Mohamed et al., 2016), Yankasa (Shehu et al., 2019) and Iranian native sheep (Monfared, 2013) breeds.

	Hasak sheep	Konya merino	Hasmer sheep	Hemşin sheep	Yankasa sheep	Barbados Black belly sheep	Tuj sheep	Morkaraman sheep	Mehraban sheep	Iran native sheep
U1	178.24±10.15	203.44±3.14	186.30±9.30	167.87 ± 17.11	198.0±0.28	181.7 ± 1.53	147.76 ± 5.40	152.43 ± 7.47	157.6±2.25	140.8 ± 0.01
U2	189.72± 12.24	211.30±2.00	200.11±10.55	176.95 ± 15.71			155.59 ± 5.28	160.43 ± 7.24		
U3	51.55±2.82	56.88±2.14	54.76±4.82	50.94 ± 6.81			43.61 ± 2.32	43.20 ± 4.56		
U4	124.27±7.15	132.89±1.37	127.51±2.92	121.76 ± 10.15			107.86 ± 4.04	112.81 ± 4.81		
U5	118.89±5.39	131.69±6.02	124.58±8.42	111.63 ± 12.71			102.94 ± 2.57	106.97 ± 6.24		
U6	146.57±8.83	163.44±3.65	149.40±11.02	137.87 ± 13.38	165.0±0.28	152.3±1.46	118.85 ± 2.52	122.29 ± 5.19	137.4±1.8	112.9 ± 0.47
U7	72.26±3.70	74.86±5.99	74.53±4.34	68.87 ± 5.78			66.14 ± 1.97	68.51 ± 2.70		
U8	48.75±3.29	54.64±3.28	49.26±3.11	57.2 ± 3.83			50.80 ± 1.85	53.12 ± 1.96		
U9	20.2±4.79	20.47±3.04	24.93±5.08	14.51 ± 0.96			14.94 ± 0.84	15.14 ± 0.90		
U10	43.67±5.47	52.51±3.90	43.54±3.48	43.74 ± 3.32			36.44 ± 2.5	37.16 ± 1.88	39.8±0.48	
U11	73.75±3.91	76.11±2.34	74.58±1.75	68.52 ± 4.68			60.86 ± 1.67	62.08 ± 4.13		
U12	68.68±4.96	73.00±3.05	69.63±2.69	62.02 ± 4.48			55.06 ± 2.26	57.19 ± 4.23		
U13	104.31±4.19	110.97±2.95	108.68±2.36	94.20 ± 7.65	129.0±0.57	152.5 ± 1.44	85.37 ± 2.74	86.97 ± 6.08	77.5±0.96	82.8 ± 0.48
U14	36.17±4.17	37.05±1.55	37.47±3.25	37.93 ± 1.84			36.86 ± 0.53	38.88 ± 1.81		
U15	22.33±1.59	21.39±2.02	23.81±1.70	21.65 ± 1.48			20.61 ± 0.64	21.18 ± 0.55		
U16	20.02±1.66	18.45±1.45	20.65±1.36	19.09 ± 1.33			15.89 ± 0.86	16.40 ± 0.88		
U17	26.95±2.79		30.20±1.26		40.5±0.07	34.1±0.25				28.2 ± 0.04
U18	32.15±2.95		34.19±1.54		54.5±0.07	37.5±0.22		41.4±0.47		29.9 ± 0.0
U19	22.42±2.73		23.63±2.55		24.0±0.28	23.0±0.25		17.4±0.33		13.2 ± 0.63

According to the values obtained in the study, although the mandible length and height values of Hasak sheep were higher than the Hemşin, Morkaraman, Tuj, Mehraban and Iranian sheep breeds, it was determined that the Konya merino (Özüdoğru et al., 2019a), Hasmer (Özüdoğru ve ark., 2019b), Yankasa (Shehu ve ark., 2019) and Barbados Black Belly (Mohamed ve ark., 2016), sheep were lower.

The length value (U6) between the caudal end point of the Angulus mandible and the aboral edge of the foramen mentale measured in Hasak sheep was found to be lower than the Konya merino (Özüdoğru et al., 2019a), Hasmer (Özüdoğru ve ark., 2019b), Barbados Black Belly (Mohamed ve ark., 2016), and Yankasa (Shehu ve ark., 2019) sheep. It was found to have a higher value than Tuj (Demiraslan ve ark., 2014), Morkaraman (Demiraslan ve ark., 2014), Hemşin (Dalga et al., 2017), Mehraban (Karimi ve ark., 2011) and Iranian native sheep (Monfared, 2013).

In the Hasak sheep, it was determined that the height of the mandible at the level of the front alveolar edge of the first molar tooth (U15) and the height of the mandible at the level of the front alveolar edge (U16) of the second premolar tooth (U16) was lower than that of Hasmer sheep only. According to this determination, the length of mandible in Konya merino, Hasmer, Yankasa and

Barbados Black Belly sheep breeds reported in Table 1 is longer than the Hasak sheep, and the length between the mandible base and the arcus alveolaris is shorter. The distance between the foramen mandible and the base of the mandible.

The measured length of Hasak sheep between the Foramen mandible and the base of the mandible (U18) is lower than 32.15 ± 2.95, Hasmer (Özüdoğru et al., 2019b) 34.19 ± 1.54, Barbados Black Belly (Mohamed et al., 2016) (37.5 ± 0.22) and Yankasa sheep (Shehu et al., 2019) (54.5 ± 0.07) and higher than Iranian native sheep (Monfared, 2013) (29.9 ± 0.0).

The length between the caudal end point of the angulus mandible and the aboral edge of the foramen mentale (U6), Konya merino (Özüdoğru et al., 2019a) 163.44 ± 3.65, Hasmer (Özüdoğru et al., 2019b) 149.40 ± 11.02, Tuj (Demiraslan et al., 2014) 118.85 ± 2.52, Morkaraman (Demiraslan et al., 2014), Mehraban (Karimi et al., 2011) 137.40, Barbados Black Belly (Mohamed et al., 2016) 152.30, Yankasa (Shehu et al., 2019) 165.0 and Iranian native sheep (Monfared, 2013) as 112.90. In this study, this value was measured as 146.57 ± 8.83 in Hasak sheep.

In this study, it was determined that the height of the mandible at the level of the front alveolar edge of the first molar tooth (U15) and the height of the mandible at

the level of the front alveolar edge (U16) of the second premolar tooth (U16) was lower than that of Hasmer sheep only. According to this determination, the length of mandible in Konya merino, Hasmer, Yankasa and Barbados Black Belly sheep breeds reported in Table 1 is longer than the Hasak sheep.

CONCLUSION

The length between 19 different points was measured in the mandible of Hasak sheep and the values obtained were compared with other sheep breeds. As a result of this comparison, it was determined that the mandible length and height values of Hasak sheep were higher than the sheep breeds in the literature used in the study, such as the Konya merino, Hasmer, Yankasa and Barbados Black Belly sheep from the sheep breeds of Hemşin, Morkaraman, Tuj, Mehraban and Iran. In addition, in other comparisons, it has been determined that the mandible measurement values of Hasak sheep are higher than some sheep breeds, while it is lower than some sheep breeds.

These results are of clinical significance in terms of expertise in regional anesthesia of mandibular and mental nerves during surgical operations, tooth extraction and treatment in archaeological studies.

REFERENCES

- Avdic, R., Hadziomerovic, N., Tandir, F., Pamela, B. & Velida, C. (2013).** Analysis of morphometric parameters of the Roe deer mandible (*Capreolus capreolus*) and mandible of the sheep (*Ovis aries*). *Veterinaria*, **62**, 1-9.
- Carvalho, H.P., Saavedra, M.S.F.A., Ballester, R.Y. & Luz, J.G.C. (2018).** Biomechanical evaluation of the sheep man-dible as a model for studying fixation methods. *International Journal of Morphology*, **36**(3), 926-30.
- Dalga, S., Aslan, K. & Kirbaş, G. (2017).** Hemşin Koyunu mandibulası üzerinde morfometrik bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, **12**(1), 22-27.
- Demiraslan, Y., Gülbaz, F., Özcan, S., Dayan, O.M., & Akbulut, Y. (2014).** Morphometric analysis of the mandible of Tuj and Morkaraman sheep. *Journal of Veterinary Anatomy*, **7**, 75-86.
- Driesch, A Von den. (1976).** *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites.* Peabody museum of archaeology and ethnology. Harvard University, Massachusetts.
- Dursun, N. (1996).** *Veteriner Anatomi I.* Medisan Yayınevi, Ankara, 104-107pp.
- International Committe on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (ICVGAN). (2017).** *General assembly of the world association on veterinary anatomists.* Nomina Anatomica Veterinaria, 6th edition, Gent, 16-17 pp.
- Karimi, I., Onar, V., Pazvant, G., Hadipour, M.M. & Mazaheri, Y. (2011).** The cranial morphometric and morphologic characteristics of Mehraban Sheep in Western Iran. *Global Veterinaria*, **6**(2), 111-117.
- Kaymakçı, M. & Taşkın, T. (2008).** Türkiye koyunculüğünde melezleme çalışmaları. *Hayvansal Üretim*, **49**(2), 43-51.
- Mohamed, R., Driscoll, M. & Mootoo, N. (2016).** Clinical anatomy of the skull of the Barbados Black Belly sheep in Trinidad. *International Journal of Current of Research in Medical Sciences*, **2**(8), 8-19.
- Monfared, A.L. (2013).** Clinical anatomy of the skull of Iranian Native sheep. *Global Veterinaria*, **10**(13), 271-275.
- Onuk, B., Kabak, M., & Atalar K. (2013).** Anatomic and craniometric factors in differentiating roe deer (*Capreolus capreolus*) from sheep (*Ovis aries*) and goat (*Capra hircus*) skulls. *Arch. Biol. Science*, **65**(1), 133-141.
- Özüdoğru, Z., İlgün, R., & Teke, B. E. (2019a).** Konya Merinosunun mandibula'sı üzerine morfometrik bir çalışma. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science (IJAWS)*, **5**(2), 392 -395.
- Özüdoğru, Z., İlgün, R., & Özdemir, D. (2019b).** Hasmer koyunu mandibula'sı üzerinde makroanatomik ve morfometrik incelemeler. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **16**(3), 218-223.
- Shehu, S. A., Bello, A., & Sonfada, M. L., Suleiman, H. M., Umar, A. A., Danmaigoro, A., Garba, S., & Abdullahi A.U. (2019).** Morphometrical Study of the Mandibular Bone of Female Yankasa Sheep. *International Journal of Current Science and Multidisciplinary Journal*, **2**(1), 1-10.
- Tekin, M.E., Gürkan, M., Karabulut, O., & Düzgün, H. (2005b).** Performance testing studies and the selection of Hasmer Hasak Hasiv and Linmer crossbreed sheep types III fattening performance. *Turk Journal of Veterinary Animal Science*, **29**(1), 67-73.
- Ünsal, N.K. (2016).** *Sagittal split ramus osteotomisinde kullanılan fiksasyon yöntemlerinin deneysel olarak karşılaştırılması.* Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, 25-34pp.
- Yalçın, H., Kaya, M.A. & Arslan, A. (2010).** Comparative geometrical morphometries on the mandibles of Anatolian Wild sheep (*Ovis gmelini anatolica*) and Akkaraman sheep (*Ovis aries*). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **16**, 55-61.



Genetic Analysis of *Carasobarbus Karaman, 1971* (Actinopterygii Cyprinidae) in Anatolia^[*]

Didem BAHADIR¹ İsmail AKSU² Yusuf BEKTAŞ^{3*}

¹ İstanbul Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, İstanbul, Turkey.

² Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences, Rize, Turkey.




^{3*} Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Biology, Rize, Turkey.

Geliş/Received: 17.09.2020

Kabul/Accepted: 02.11.2020

Atıf yapmak için: Bahadır, D., Aksu, I. & Bektas, Y. (2020). Anadolu'daki *Carasobarbus Karaman, 1971* (Actinopterygii Cyprinidae) Genusunun Genetik Analizi, *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 520-526.

How to cite: Bahadır, D., Aksu, I. & Bektas, Y. (2020). Genetic Analysis of *Carasobarbus Karaman, 1971* (Actinopterygii Cyprinidae) in Anatolia. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 520-526.

 <https://orcid.org/0000-0002-8367-9746>
 <https://orcid.org/0000-0001-6258-7319>
 <https://orcid.org/0000-0002-2104-9888>

***Sorumlu yazarın:**

Yusuf BEKTAŞ

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Arts and Sciences, Biology, Rize, Turkey.

✉: yusuf.bektas.tr@gmail.com

Cep telefonu : +90 (505) 456 04 23

Telefon : +90 (464) 223 40 93 / 1833

Faks : +90 (464) 223 40 19

Abstract: We sequenced the complete mitochondrial cytochrome b gene (1141 bp) of 70 individuals from ten populations of three *Carasobarbus* species in Anatolia. Totally eight haplotypes were identified. The intraspecies genetic distance ranged from 0.00% to 0.21%, while it varied from 2.6% to 9.0% for interspecies. Except for Gaziantep samples with low sample size, high haplotype diversity ($Hd= 0.590-0.833$) and low nucleotide diversity ($Pi= 0.05-0.65$) values can be explained by the presence of small populations sensitive to genetic drift and founder effects. Phylogenetic analyses constructed with neighbour joining, maximum likelihood and maximum parsimony generated similar topologies supported by high bootstrap values. Phylogenetic tree topologies showed that the *C. apoensis* haplotype was located in the *C. luteus* species. Therefore, the validity of species status of *C. apoensis* should be checked morphologically. On the other hand, since the Kahta population in *C. luteus* has a remarkably high genetic diversity, it must be re-evaluated morphologically. The tectonic uplift of the Anatolian Plateau between the African and European plates during the Pliocene period may have probably prevented the presence of *Carasobarbus* in the west of the Anatolian diagonal.

Keywords: Anatolia, *Carasobarbus*, mtDNA, Phylogeny.

Anadolu'daki *Carasobarbus Karaman, 1971* (Actinopterygii Cyprinidae) Genusunun Genetik Analizi

Öz: Anadolu'daki üç *Carasobarbus* türünün 10 popülasyonundan 70 bireyin mitokondri sitokrom b geninin (1141 bp) DNA dizini analizi yapılmıştır. Toplamda sekiz haplotip tanımlandı. Sitokrom b veri analizi kullanılarak, tür içi genetik mesafenin % 0,00 ile % 0,21 arasında, türler arası için ise % 2,6 ile % 9,0 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yeterli örneklem büyüklüğüne sahip olmayan Gaziantep örnekleri hariç yüksek haplotip çeşitliliği ($Hd= 0,590-0,833$) ve düşük nükleotid çeşitliliği ($Pi= 0,05-0,65$) değerleri, genetik sürüklenme ve kurucu etkilere karşı duyarlı olan küçük popülasyonların varlığı ile açıklanabilir. Komşu birleştirme, maksimum tutumluluk ve maksimum olasılık metodları yoluyla oluşturulan filogenetik analizler yüksek güvenilirlik değerleri ile desteklenen benzer topolojiler üretmiştir. Filogenetik ağaç topolojileri gösterdi ki *C. apoensis* haplotipleri *C. luteus* haplotipleri içinde konumlandığı için türün geçerliliği morfolojik olarak kontrol edilmelidir. Diğer taraftan, *C. luteus* içindeki Kahta popülasyonu dikkate değer düzeyde yüksek genetik çeşitliğe sahip olduğundan morfolojik olarak mutlaka yeniden değerlendirilmelidir. Pliosen döneminde Afrika ve Avrupa levhaları arasındaki çarpışmadan kaynaklanan Anadolu Platosu'nun tektonik yükselişi muhtemelen Anadolu köşegeninin batısında *Carasobarbus*'un varlığını engellemiştir.

Anahtar kelimeler: Anadolu, *Carasobarbus*, Filogeni, mtDNA.

***Corresponding author's:**

Yusuf BEKTAŞ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Rize, Türkiye.

✉: yusuf.bektas.tr@gmail.com

Mobile telephone: +90 (505) 456 04 23

Telephone : +90 (464) 223 40 93 / 1833

Fax : +90 (464) 223 40 19

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

This study was produced from the master thesis.

INTRODUCTION

Members of the genus *Carasobarbus*, defined by Karaman (1971), are distributed in Southwest Asia, Northwest Africa, Mesopotamia and Southwestern Arabian peninsulas and are an important element for ichthyofauna in these regions (Froese & Pauly, 2016). *Carasobarbus* genus, which has nine species in the world, is represented with three species (*C. luteus*, *C. kosswigi* and *C. chantrei*) in Turkey (Borkenhagen & Krupp, 2013). One of these, *Carasobarbus luteus* (Heckel, 1843) distributed in the Euphrates, Tigris and Kueik river systems (Gökçek et al., 2008; Kuru, 1979; Ünlü, 1991), *C. kosswigi* inhabit in the Euphrates and Tigris drainages (Abdoli, 2000), and *C. chantrei* (Sauvage, 1882) distributed in the Orontes river and Dam Tahtalıköprü.

Studying the *Carasobarbus* species dispersed in Iran and its neighboring regions, Borkenhagen found two different sets of haplotypes for *C. luteus* based on cytochrome b sequences. The first is widespread, consistent with the biogeographic hypothesis that points to a recent isolation between many populations as a result of rising sea levels following the recent Pleistocene glaciation. The range of the latter was limited to the Khabur River in Syria. They discussed the possibility that one of these groups corresponded to *C. albus*, but suggested that *C. luteus* was more likely to be a single species representing two different mitochondrial lineages. They concluded that the nucleotide diversity in *C. kosswigi* and *C. sublimus* was high, possibly due to the small population size and the resulting genetic shift. Borkenhagen and Krupp, (2013) revised the genus *Carasobarbus* based on comparative morphological studies of approximately 1300 preserved specimens from the collections of various museums and newly collected materials. In this study, in which *C. apoensis*, *C. canis*, *C. chantrei*, *C. exulatus*, *C. fritschii*, *C. harterti*, *C. kosswigi*, *C. luteus* and *C. sublimus* formed a monophyletic group, they described the species in detail and formed a diagnosis key as a result of re-evaluation of their taxonomic status. Parmaksız and Eskici, (2018) conducted a sequence analysis of the mtDNA COI locus from 4 populations to determine the genetic variation of *C. luteus* populations. They revealed the genetic diversity of the species with 9 polymorphic regions and 4 haplotypes determined for cyt b gene (625 bp) by DNA sequence analysis.

Although a limited number of taxonomic and population genetics studies based on morphological and molecular techniques have been conducted, a phylogeny study involving all *Carasobarbus* species in Turkey has not yet been conducted. The aim of this study is to reveal the phylogeny and phylogeography of valid *Carasobarbus* species using mitochondrial cytochrome b gene sequences.

MATERIAL and METHOD

Sampling: A total 70 *Carasobarbus* were sampled from ten locations in the main tributary systems in Eastern Anatolia such as Tigris, Euphrates, and Kueik River (Table 1). The sampled fish were classified and labeled according to the species identification key. Approximately 30 mg of fins was removed from each fish, stored in 96% ethanol until DNA extraction and transferred to the Genetic laboratory, Faculty of Fisheries, Recep Tayyip Erdogan University where genetic studies were performed. Sampling and experimental studies are consistent with the universal ethical standards. The study was approved by the Ethics Committee of Recep Tayyip Erdogan University (Decision No: 2014/72).

Table 1. Sampling and location information

Species and their locations	Coordinates	N
<i>Carasobarbus luteus</i>		
Kueik River, Kilis	36°47'49.4"K 36°55'02.1"D	15
Anbar Stream, Tigris River, Hani, Diyarbakır	38°18'12.6"K 40°26'35.5"D	6
Merziman Stream, Euphrates River, Yavuzeli, Gaziantep	37°19'40.5"K 37°40'04.2"D	2
Karasu Stream, Euphrates River, Araban, Gaziantep	37°24'23.6"K 37°41'12.9"D	2
Çamçayı Stream, Euphrates River, Siverek, Şanlıurfa	37°39'05.5"K 39°13'50.8"D	10
Kahta Stream, Euphrates River, Kocahisar, Adıyaman	37°57'48.9"K 38°39'44.7"D	9
Çataltepe Stream, Euphrates River, Ziyaret, Kahta, Adıyaman	37°45'00.3"K 38°35'29.7"D	3
<i>Carasobarbus chantrei</i>		
Karasu Stream, Tahtalıköprü Dam, Orontes River, Hatay	36°49'40.2"K 36°39'47.6"D	11
Muratpaşa Stream, Orontes River, Kırıkhan, Hatay	36°29'15.6"K 36°28'04.1"D	6
Karasu Stream, Orontes River, Kırıkhan, Hatay	36°27'55.0"K 36°22'45.0"D	6
<i>Carasobarbus kosswigi</i>		
SMF31325	KU524935	1
Total		71

DNA Extraction, Polymerase Chain Reaction and Sequencing: Genomic DNA was extracted from approximately fin tissues using the DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen, USA) according to the manufacturer's protocol and stored in absolute ethanol at -20 °C for molecular studies. Samples of DNA were resolved in horizontal 0.8% agarose gels. The gels were submerged in 1x TAE (Tris-Acetate-EDTA) buffer containing 0.5 µg/ml ethidium bromide and visualized under ultraviolet light (Quantum ST4, Transilluminator + Quantum Capt Softwares, Vilber Lourmat, France).

The polymerase chain reaction (PCR) was used to amplify the mtDNA cytochrome *b* (1141 bp) with the universal *cyt b* primers: L14724 (5'-GTG ACT TGA AAA ACC ACC GTT G-3') and H15915 (5'-CAA CGA TCT CCG GTT TAC AAG AC-3') published by Anderson et al.,

(1981). The volume of the PCRs was 50 µl and contained 5 µl 10× reaction buffer, 2 µl dNTPs (10 mM), 0.2 µl of each primer (10 pmol/µl), 3 µl DNA-extract (50 ng/ml), 0.2 µl *Taq* polymerase (5 U/µl), and 26.8 µl ddH₂O. The PCR conditions consisted of preheating at 94°C for 3 min, followed by 35 cycles of 94°C for 30 s, 61°C for 30 s, and 72°C for 60 s, finalised at 72°C for 5 min, with a final 5 min extension at 72°C on T100TM PCR Gradient Thermal Cycler (Bio-Rad, Hercules, USA). PCR products were displayed under the UV Quantum–Capt ST4 system (Vilber Lourmat, Marne-La-Vallee, France). PCR products were purified with the Qiagen purification kit. Automated bi-directional sequencing was performed using the Big Dye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Applied Biosystems, USA) and an ABI PRISM 3730x1 Genetic Analyser (Applied Biosystem, USA) sequencer.

Data Analyses: MtDNA cytochrome *b* sequences were aligned and corrected manually with Bioedit 7.0.0 (Hall, 1999). The number of haplotype, number of polymorphic sites, the nucleotide composition, haplotype and nucleotide diversity were calculated using the software DNASP v.5.10.01 (Librado & Rozas, 2009). Interspecific and intraspecific pairwise distances were calculated using Kimura two-parameter model (K2P; Kimura, 1980) implemented in MEGA version X (Kumar et al., 2018).

Phylogenetic analyses were performed by using neighbour joining (NJ), maximum parsimony (MP) and maximum likelihood (ML) analyses. NJ trees were generated using MEGA X (Kumar et al., 2018) with 1000 bootstrap replicates. A maximum parsimony analysis was estimated using heuristic searches, as implemented in PAUP* v.4.0b10 (Swofford, 2003). A heuristic search for the most parsimonious trees was implemented using with random addition sequence (100 repetitions) and tree bisection–reconnection (TBR) branch-swapping procedure. A majority-rule consensus tree was constructed and bootstrap re-sampling (Felsenstein, 1981) based on 1000 replicates was used to assess support of relationships. According to the Akaike information criterion (AIC), jModeltest v.0.1.1 (Posada, 2008) selected the HKY+G as

the best model evolution for the *cyt b* dataset. ML analysis with 100 bootstrap replicates implemented in PhyML ver. 2.4.4 (Guindon & Gascuel, 2003). For all phylogenetic analyses, *Barbus tauricus* (GenBank accession number MH010350) was used as outgroup.

RESULTS

Genetic Diversity: The complete *cyt b* sequences were sequenced for 70 individuals belonging to three *Carasobarbus*. Cytochrome *b* (1141 bp) had 114 variable sites, 39 of which were parsimony informative. The overall nucleotide composition of the mitochondrial *cyt b* gene is A: 30.3%, G: 13.6%, T: 28.6% and C: 27.5%, respectively, with an A + T-rich feature (55.72%).

In total, nine haplotypes were observed from *C. luteus* (7), *C. chantrei* (1) and *C. kosswigi* (1) (Table 2). For *C. luteus*, high haplotype diversity (*h*) and low nucleotide diversity (π) were calculated as *h*=0.7040 and π =0.0026, respectively while *C. chantrei* and *C. kosswigi* have only one haplotype each (*h*=0.00 and π =0.00; Table 2).

Based on the *cyt b* analysis, the sequence divergence in the three *Carasobarbus* species (*C. chantrei*, *C. luteus* and *C. kosswigi*) distributed in the Euphrates, Tigris, Orontes and Kueik rivers, which are important water resources of Anatolia, were ranged from 0.026 to 0.090, whereas lower sequence divergence were between the *C. luteus* and *C. chantrei* (0.026) and maximum divergence were between the *C. luteus* and *C. kosswigi* (0.090) (Table 3).

On the other hand, intraspecific sequence divergence values range from 0.00% (*C. kosswigi*) to 0.21% (*C. luteus*) (Table 3). Also, the genetic distances between these three *Carasobarbus* species (*C. chantrei*, *C. luteus* and *C. kosswigi*) and other species in Genbank range from 0.35% to 10.92% (Table 3).

Species-specific nucleotide positions in the mtDNA *cyt b* gene of *Carasobarbus* species are given in Figure 1. Seven *Carasobarbus* species differ from each other at 166 different nucleotide positions (Figure 1).

Table 2. Origin and number of individuals from *Carasobarbus* species sequenced for mtDNA cytochrome *b* gene. Sample numbers (N), Haplotype codes (Hc), Haplotype numbers (Hn), Haplotype diversity (Hd), Nucleotide diversity (Pi).

Species, River, and Locations	N	Hc	Hn	Hd	Pi
<i>Carasobarbus luteus</i>					
Kueik River, Kilis	15	H1, H2, H3	3	0.590	0.0006
Anbar Stream, Tigris, Hani, Diyarbakır	6	H1, H3	2	0.600	0.0005
Merzimen Stream, Euphrates, Yavuzeli, Gaziantep	2	H4	1	0.000	0.0000
Karasu Stream, Euphrates, Araban, Gaziantep	2	H3	1	0.000	0.0000
Çamçayı Stream, Euphrates, Siverek, Şanlıurfa	10	H1, H3, H4	3	0.600	0.0006
Kahta Stream, Euphrates, Kocahisar, Adıyaman	9	H1, H3, H6, H7	4	0.833	0.0065
Çataltepe Stream, Euphrates, Kahta, Adıyaman	3	H1, H5	2	0.666	0.0005
Total	47		7	0.704	0.0020
<i>Carasobarbus chantrei</i>					
Karasu Stream, Tahtaköprü Dam, Orontes, Hatay	11	H8	1	0.000	0.0000
Muratpaşa Stream, Orontes Kırıkhan, Hatay	6	H8	1	0.000	0.0000
Karasu Stream, Orontes Kırıkhan, Hatay	6	H8	1	0.000	0.0000
Total	23		1	0.000	0.0000
	70	8			

DISCUSSION

Anatolia, the Asian part of Turkey, is in the region of intersection of the important biodiversity hotspots such as Caucasus, Iran-Anatolia and Mediterranean basin. One of the most distinctive biogeographical features determining the biodiversity level of Anatolia is the Anatolian diagonal, which is considered to be the biogeographical boundary between the central and eastern Anatolian fauna. During the last interglacial cycle, it is suggested the most of the populations or taxa isolated on both sides of the Anatolian diagonal diverged over time under the influence of environmental factors. (Gür, 2016). As stated in the literature (*Carasobarbus luteus* Heckel, 1843, Borkenhagen, 2005; Kaya et al., 2016, *C. kosswigi*, Borkenhagen et al., 2011; Esmaeili et al., 2006; Kaya et al., 2016 and *C. chantrei*, Borkenhagen et al., 2011; Esmaeili et al., 2006), the distribution of genus *Carasobarbus* Karaman, 1971 is limited to the Tigris, Euphrates, Kueik and Orontes river basin in the east of Anatolia diagonal as well as southwestern Asia and northwestern Africa. Therefore, the geographical distribution of *Carasobarbus* supports Anatolian diagonal model. The base composition of the *cyt b* gene of three *Carasobarbus* species (lower G and equal C, A and T) is very similar to that previously reported for *Carasobarbus* (Borkenhagen et al., 2011) and other some fish species (Briolay et al., 1998; Cantatore et al., 1994; Tang et al., 2006).

Species identification depends on the detection of species-specific genetic differences in the DNA (Liu & Cordes, 2004), and *cyt b* sequences show significant differences even for closely related species as they have relatively high interspecies and low intraspecies variation (Aranishi et al., 2005). The presence of species-specific nucleotide positions in mitochondrial DNA cytochrome *b* gene sequences should provide evidence for the genetic identification of three *Carasobarbus* species in Turkish freshwater fauna (Table 4), while *C. apoensis* and *C. luteus* species could not be distinguished. On the contrary, a significant number of specific mutations (4 SNPs, Table 4) in a haplotype H7 identified from the *C. luteus* population in Kahta Stream requires a morphological review of this population.

The number of haplotypes determined for *C. luteus* (7), *C. chantrei* (1) and *C. kosswigi* (1) by analysis of mDNA *cyt b* gene is quite low (Table 2). In addition, the high haplotype diversity (Table 2; Hd= 0.590-0.833) and low nucleotide diversity values (Table 2; Pi= 0.05-0.65) determined for *Carasobarbus* species may be explained to some extent by the presence of rare small populations sensitive to genetic drift and founder effects. A similar situation was previously reported by Borkenhagen et al. (2011) for *C. kosswigi* and *C. sublimus* in the Iranian basin.

Carasobarbus kosswigi inhabits in small rivers and mountain streams and is less probably to migrate than *C. luteus*, which occupy in the lowland areas of rivers. This results in much lower gene flow among *C. kosswigi* populations. The low haplotypic and nucleotide diversity values (Table 2; Hd= 0.00 ve Pi= 0.00) detected in the Merzimen and Karasu river samples can be attributed to the small sample size. Studies with larger sample sizes can provide useful information about population dynamics of *C. kosswigi*. Molecular genetic studies using mitochondrial DNA marker variation to characterize the genetic diversity of existing species are known to be particularly sensitive to sample size (Aksu & Bektas, 2019). As a result, the small sample sizes do not have the discriminatory power needed to accurately identify samples on the basis of mtDNA genetic polymorphism (Phillips et al., 2019).

The relative genetic affinity (2.63%, Table 3) between *C. luteus* and *C. chantrei*, determined based on pairwise sequence divergence, can be explained by the proximity of the sampling locations. On the other hand, the relatively high genetic distance between *C. luteus* and *C. kosswigi* (8.98%, Table 3) with overlapping geographic distribution can be explained by their different habitat preferences, as mentioned above. In order to understand the phylogenetic relationships in the genus of *Carasobarbus*, analyzes were carried out using Genbank data belonging to *Carasobarbus* species from other regions. Inter-species genetic distances ranged from 0.44% (*C. luteus* and *C. apoensis* in rivers in southwest Saudi Arabia that drain into the Red Sea) to 10.91% (between *C. harterti*; Morocco, northwestern Africa and *C. kosswigi*; Persian Gulf Basin) (Table 3). In accordance with Wright's (1943) hypothesis, our results showed that genetic distances between species are directly proportional to their geographic distances.

Phylogenetic analysis of mtDNA cytochrome *b* haplotypes of *Carasobarbus* species including *C. luteus*, *C. chantrei* and *C. kosswigi*, which are distributed in Anatolia, based on NJ, MP and ML methods, showed a monophyletic structure with high reliability (Figure 1). Similarly, Borkenhagen, (2017) had reported that *C. apoensis*, *C. canis*, *C. chantrei*, *C. exulatus*, *C. fritschii*, *C. harterti*, *C. kosswigi*, *C. luteus* and *C. sublimus* form a monophyletic group, based on mitochondrial cytochrome *b* and ND4 genes. Borkenhagen, (2017) reported that the *Carasobarbus* genus is classified under two species groups as eastern (*C. canis*, *C. exulatus*, *C. chanteri*, *C. luteus* and *C. apoensis*) and western (*C. harherti* and *C. fritschii*), *C. kosswigi* and *C. sublimus* clustered together in the phylogenetic tree. Looking at the phylogenetic tree topologies obtained from the analysis of the species belonging to the Eastern group, It will be seen that the haplotype H7 (*C. luteus*) obtained from Anatolia clustered together with the Dicle-Firat haplotypes reported by

Borkenhagen et al., (2011). What is interesting here is not the existence of two groups within the *C. luteus* species, but the fact that *C. apoensis* in the rivers draining into the Red Sea in Saudi Arabia is located between these groups (Figure 1). Contrary to what is expected in the obtained phylogenetic tree topologies, the merging of *C. apoensis* haplotypes into the *C. luteus* group requires a morphological review of *C. apoensis* with a large sampling group (Figure 1). In addition, the remarkable genetic distance between *C. luteus* haplotype (H7) obtained from Kahta Stream (Euphrates River) and other homologous haplotypes (H1, H3 and H6) determined in the same location requires a morphological revision of Kahta Stream samples. According to the phylogenetic tree topologies we obtained in present study (Figure 1), *C. kosswigi* and *C. sublimus* can be considered as a paraphyletic group since they contain only a part of *Carasobarbus* species originating from a common ancestor. Moreover, this suggestion had suggested by Borkenhagen et al., (2011), which previously made the molecular systematics of *Carasobarbus*, based on the mitochondrial genome.

Wang et al., (2013) suggested that the Torini group, which includes the *Carasobarbus* lineage, arised in the east about 9.94 million years ago (mya), and the *Carasobarbus* lineage diverged from others by about 7.7 mya. The Anatolian diagonal extending in the north-east south-west direction in Anatolia, which is the source region of European colonization, is an obstacle to the colonization of Europe by organisms from the Near East (Ansell et al., 2011). As a result of the collision of the African and European plates, the rise of the Pliocene Anatolian plateau (orogenic activity) and global climatic changes probably (Durand et al., 2002; Fairbridge et al., 1997) caused the disconnection of the wide river connections in Anatolia and thus prevented the presence of *Carasobarbus* in the fauna in the west of the Anatolian diagonal. The fact that the genus *Carasobarbus* has no distribution in the east of the Anatolian diagonal can be explained by the paleogeographic history of the region.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was funded by the scientific research funds of Recep Tayyip Erdogan University (RTEÜ BAP, Project No: 2015.53008.103.01.01).

REFERENCES

Abdoli, A. (2000). The Inland Water Fishes of Iran. *Iranian Museum of Nature and Wildlife*, Tehran. 378 pp. In Farsi.

Aksu, I. & Bektas, 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. DOI: [10.35229/jaes.627821](https://doi.org/10.35229/jaes.627821).

Anderson, S., Bankler, A.T. & Barrel, B.G. (1981). Sequence and organization of the human mitochondrial genome. *Nature*, **290**, 457-465.

Ansell, S.W., Stenlien, H.K., Grundmann, M., Russell, S.J., Koch, M.A., Schneider, H. & Vogel, J.C. (2011). The importance of Anatolian mountains as the cradle of global diversity in *Arabis alpina*, a key arctic - alpine species. *Annals of Botany*, **108**, 241-252.

Aranishi, F., Okimoto, T. & Izumi, S. (2005). Identification of gadoid species (pisces, Gadidae) by PCR-RFLP analysis. *Journal of Applied Genetics*, **46**, 69-73.

Borkenhagen, K. & Krupp, F. (2013). Taxonomic revision of the genus *Carasobarbus* Karaman, 1971 (Actinopterygii, Cyprinidae). *ZooKeys*, **339**, 1-53.

Borkenhagen, K. (2005). *Systematik und Zoogeographie der "großschuppigen Barben" des Vorderen Orients*. ChristianAlbrechts-Universität, Kiel

Borkenhagen, K. (2017). Molecular phylogeny of the tribe Torini Karaman, 1971 (Actinopterygii: Cypriniformes) from the Middle East and North Africa. *Zootaxa*, **4236**, 291-301.

Borkenhagen, K., Esmaeili, HR., Mohsenzadeh, S. & Shahryari, F.G.A. (2011). The molecular systematics of the *Carasobarbus* species from Iran and adjacent areas, with comments on *Carasobarbus albus* (Heckel, 1843). *Environmental Biology of Fishes*, **91**, 327-335. DOI: [10.1007/s10641-011-9787-1](https://doi.org/10.1007/s10641-011-9787-1).

Briolay, J., Galtier, N., Brito, R.M. & Bouvet, Y. (1998). Molecular phylogeny of Cyprinidae inferred from cytochrome b DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **9**, 100-108. DOI: [10.1006/mpev.1997.0441](https://doi.org/10.1006/mpev.1997.0441).

Cantatore, P., Roberti, M., Pesole, G., Ludovico, A., Milella, F., Gadaleta, M.N. & Saccone, C. (1994). Evolutionary analysis of cytochrome b sequences in some perciformes evidence for a slower rate of evolution than in mammals. *Journal of Molecular Evolution*, **39**, 589-597.

Durand, J.D., Tsigenopoulos, C.S., Ünlü, E. & Berrebi, P. (2002). Phylogeny and biogeography of the family Cyprinidae in the Middle East inferred from cytochrome b DNA – Evolutionary significance of this region. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **22**, 91-100. DOI: [10.1006/mpev.2001.1040](https://doi.org/10.1006/mpev.2001.1040).

Esmaeili, H.R., Teimory, A., Hosseini, F. & Gholami, Z. (2006). Range extension report for *Barbus sublimus* Coad and Najafpoor, 1997 (Actinopterygii Cyprinidae) along with its sympatric species in southwest Iran. *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, **2**, 19-24.

Fairbridge, R., Erol, O., Karaca, M. & Yilmaz, Y. (1997). Background to Mid-Holocene climatic change in Anatolia and adjacent regions. In Dalfes, H.N., Kukla, G., Weiss, H. (Eds.), *Third*

- Millennium BC Climate Change and Old World. Collapse NATO ASI series I 149. Springer, Berlin, 595-609.*
- Felsenstein, J. (1981).** Evolutionary trees from DNA sequences a maximum likelihood approach. *Journal of Molecular Evolution*, **7**, 368-376.
- Froese, R. & Pauly, D. (2015).** Fishbase. World Wide Web Electronic Publication. Available <http://www.fishbase.org> (May 30, 2019).
- Gökçek, C.K., Mazlum, Y. & Akyurt, I. (2008).** Effect of feeding frequency on the growth and survival of himri barbel *Barbus luteus* (Heckel, 1843), fry under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Nutrition*, **7**, 66-69.
- Guindon, S. & Gascuel, O. (2003).** A simple, fast, and accurate algorithm to estimate large phylogenies by maximum likelihood. *Systematic Biology*, **52**(5), 696-704.
- Gür, H. (2016).** The Anatolian diagonal revisited testing the ecological basis of a biogeographic boundary. *Zoology in the Middle East*, **623**, 189-199.
- Hall, T.A. (1999).** BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, **41**, 95-98.
- Karaman, M.S. (1971).** Süßwasserfische der Türkei. 8. Teil: Revision der Barben Europas, Vorderasiens und Nordafrikas. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, **67**, 175-254.
- Kaya, C., Turan, D. & Ünlü, E. (2016).** The latest status and distribution of fishes in upper tigris river and two new records for Turkish freshwaters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **16**, 545-562.
- Kimura, M. (1980).** A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, **16**, 111-120.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. & Tamura, K. (2018).** MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology*, **35**, 1547-1549.
- Kuru, M. (1979).** The freshwater fish of South-Eastern Turkey-2 (euphrates-tigris system). *Hacettepe Bulletin of Natural Sciences and Engineering*, **7**, 105-114.
- Librado, P. & Rozas, J. (2009).** DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*, **25**, 1451-1452.
- Liu, Z.J. & Cordes, J.F. (2004).** DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture*, **238**, 1-37.
- Parmaksız, A. & Eskici, H.K. (2018).** Genetic variation of yellow barbell (*Carasobarbus luteus* Heckel, 1843) from four populations using mitochondrial DNA COI gene sequences. *Applied Ecology and Environmental Research*, **16**, 1673-1682.
- Phillips, J.D., Gillis, D.J. & Hanner, R.H. (2019).** Incomplete estimates of genetic diversity within species Implications for DNA barcoding. *Ecology and Evolution*, **9**, 2996-3010.
- Posada, D. (2008).** jModelTest: phylogenetic model averaging. *Molecular Biology and Evolution*, **25**(7), 1253-1256.
- Sauvage, H.E. (1882).** Catalogue des poissons recueillis par M. E. Chantre pendant son voyage en Syrie, Haute-Mésopotamie, Kurdistan et Caucase. *Bulletin de la Société philomathique de Paris*, **6**, 163-168.
- Swofford, D.L. (2003).** PAUP. Phylogenetic Analysis Using Parsimony. Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Tang, Q., Liu H., Mayden, R. & Xiong, B. (2006).** Comparison of evolutionary rates in the mitochondrial DNA cytochrome b gene and control region and their implications for phylogeny of the Cobitoidea (Teleostei Cypriniformes). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **39**, 347-357.
- Ünlü, E. (1991).** Investigation on the biological characteristics of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) living in Tigris River. *Turkish Journal Of Zoology*, **15**, 12-38.
- Wang, J., Wu, X.Y., Chen, Z., Yue, Z., Ma, W., Chen, S.Y., Xiao, H., Murphy, R.W., Zhang, Y.P., Zan, R.G. & Luo, J. (2013).** Molecular phylogeny of European and African *Barbus* and their West Asian relatives in the Cyprininae (Teleostei Cypriniformes) and orogenesis of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Chinese Science Bulletin*, **58**, 3738-3746.
- Wright, S. (1943).** Isolation by distance. *Genetics*, **28**, 114-138.



Fatty Acid Profiles of Waste Fish Skins and Potential Use for Crackers

Emre YAVUZER

Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, 40300, Kırşehir, Türkiye.

Geliş/Received: 08.07.2020

Kabul/Accepted: 02.11.2020

How to cite: Yavuzer E. (2020). Fatty Acid Profiles of Waste Fish Skins and Potential Use for Crackers. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 527-532.

Atıf yapmak için: Yavuzer E. (2020). Atık Balık Derilerinin Yağ Asidi Profilleri ve Krakerlerin Potansiyel Kullanımı. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 527-532.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9192-713X>

***Corresponding author's:**

Emre YAVUZER
Department of Food Engineering, Faculty of
Engineering and Architecture, University of
Ahi Evran, 40300, Kırşehir, Türkiye
✉: emreyavuzer@gmail.com
<emreyavuzer@gmail.com>;MAIL
Mobile telephone : +90 (535) 965 31 58
Telephone : +90 (386) 280 54 09

Abstract: Fish skins, which are usually the result of processing the product, are often seen as waste products. Due to its high commercial value, a large amount of fish skin is revealed during the processing of intensively produced trout, sea bream and sea bass. The aim of this study is to examine the fatty acid profiles of rainbow trout/ *Oncorhynchus mykiss* (G1), sea bream/ *Sparus aurata* (G2) and sea bass/ *Dicentrarchus labrax* (G3) obtained by cultivation and to measure the panelist perceptions of edible crackers obtained from these fish skins by sensory analysis. According to sensory analysis results the G1 group was significantly ($p<0.05$) positive separated from the other groups in terms of color, odor, taste and texture parameters. The fatty acid compositions of groups changed from 21.27- 24.59%, 41.43–45.18% and 28.06–29.48% for saturated (SFAs), monounsaturated (MUFAs) and polyunsaturated fatty acids (PUFAs), respectively. The ratio of w6/w3 PUFAs was 1.27 in G1, 1.77 in G2 and 1.71 in G3. Among the analyzed fish species, the highest DHA (C22:6n3) was obtained from G1, with value of 5.86% while G2 and G3 had 4.09 and 4.14 % of DHA. But EPA was significantly ($p>0.05$) higher in G2 and G3 groups than G1. The study data found that waste fish skins can be used in making crackers and among the three fish used, the cracker made of trout skin gained sensory appreciation.

Keywords: Cracker, fish skin, byproduct, fried skin.

Atık Balık Derilerinin Yağ Asidi Profilleri ve Krakerlerin Potansiyel Kullanımı

Öz: Balıkların işlenmesi sonucu ortaya çıkan balık derileri genellikle atık ürün olarak görülür. Ticari değeri yüksek olması nedeni ile yoğun olarak üretilen alabalık, çipura ve levrek balıklarının işlenmesi sırasında fazla miktarda balık derisi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yetiştiricilik yolu ile elde edilmiş gökkuşuğu alabalığı/ *Oncorhynchus mykiss* (G1), çipura/ *Sparus aurata* (G2) ve levrek/ *Dicentrarchus labrax* (G3) derilerinin yağ asidi profillerini incelemek ve bu balık derilerinden elde edilen yenilebilir krakerlerin panelist algılarını duyu analizi ile ölçmektir. Duyusal analiz sonuçlarına göre G1 grubu renk, koku, tat ve doku parametreleri açısından önemli seviyede ($p<0.05$) diğer gruplardan olumlu olarak ayrılmıştır. Grupların doymuş (SFA'lar), tekli doymamış (MUFA'lar) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA'lar) sırasıyla % 21.27- 24.59, % 41.43-45.18 ve % 28.06-29.48 arasında değişmiştir. w6 / w3 PUFA'ların oranı G1'de 1.27, G2'de 1.77 ve G3'te 1.71 idi. Analiz edilen balık türleri arasında en yüksek DHA (C22: 6n3)% 5,86 değeriyle G1'den elde edilirken, G2 ve G3% 4,09 ve% 4,14 DHA'ya sahiptir. Çalışma verileri atık balık derilerinin kraker yapımında kullanılabileceğini ve kullanılan üç balık içerisinde alabalık derisinden yapılan krakerin duyu açıdan beğeni kazandığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Balık derisi, kraker, yan ürün, kızartılmış deri.

***Sorumlu yazar:**

Emre YAVUZER
Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik
Mimarlık Fakültesi, Kırşehir Ahi Evran
Üniversitesi, 40300, Kırşehir, Türkiye
✉: emreyavuzer@gmail.com
Mobile telephone : +90 (535) 965 31 58
Telephone : +90 (386) 280 54 09
Fax : +90 (386) 280 54 09

INTRODUCTION

Aquatic products include important PUFAs for human health such as EPA (eicosapentaenoic acid, C20:5n3) and DHA (docosahexaenoic acid, C22:6n3) and also high level of protein and minerals (Özoğul et al., 2013; Yavuzer, 2018; Zhu et al., 2019). These long-chain PUFAs have great importance for humans to prevent of coronary artery disorders, inflammatory diseases and cancer (Conner, 2000; Giudetti & Cagnazzo, 2012; La Rovere & Christensen, 2015; Simopoulos, 1991; Ward & Singh, 2005). Although DHA is the main part of heart muscles, brain and eye retina (Ward & Singh, 2005), EPA is also important for brain disorders and cancer treatment (Fenton et al., 2000).

Depending on population growth, there is a trend towards alternative food sources in the world and also sensory flavor is the most important factor in meeting the energy requirements. Therefore it can be difficult to find a healthy and tasty combination of foods. Fish meat is the major sources of PUFA for the human diet but different parts of fish species have variable fatty acid compositions. Fatty acid composition of fish species can be variable depending on factors such as gender, location and environmental conditions (Özoğul et al., 2007). Therefore different fish species should be preferred in diets. It is also important for consumers that the product is nutritionally balanced as well as economical.

In today's society, many fish consumers generally prefer culture fish such as trout, sea bream, and sea bass. The most important reason for this is that these fish are constantly present in the market. A lot of studies have been made on the nutritional profiles of fish (Bayraklı & Duyar, 2019; Iaconisi et al., 2018; Tekle et al., 2013; Tidball et al., 2017; Turchini et al., 2018). Although, byproducts of fish such as skin are not well known by consumers due to not being sold by fish markets there is important studies about fatty acid levels of some fish skins. Cui et al., (2018) reported that total fatty acid concentrations of some sea fish skins were changed 3.6–156 mg/g wet weight and Nijinkoue et al., 2002 found important fatty acids on *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops* skins. These studies show that waste fish skins have significant fatty acid levels. Although there are lots of studies that have pointed to fatty acid profiles of trout (Yavuzer et al., 2020), sea bream (Erkan & Özden, 2007) and sea bass (Bouaziz et al., 2017) there is few information on the fatty acid profile of waste skins of these. Thus, the aim of this study was to evaluation of fish by-products and increasing the economic value of fish skin and determine the fatty acid profiles of skin and their utilization as skin crackers based on consumer perception.

MATERIAL AND METHOD

Fish Samples and Obtaining Fish Crackers:

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* 300±30gr), sea bream (*Sparus aurata* 380±15gr) and sea bass (*Dicentrarchus labrax* 360±12gr) were purchased from the local fish markets in Adana, Turkey. For all analyzes of the study, 9 kg rainbow trout, 11 kg bream and 12 kg sea bass were used. Fish were 1 day post-capture on arrival at the laboratory in ice with polystyrene boxes. Fish-to-ice ratio was 1:1 (w/w). In sterile laboratory conditions, the fish were gutted and the scales of sea bream and sea bass were cleaned and their skin was manually separated from the meat with a kitchen knife. %9.2 skin was obtained from rainbow trout, %8.6 from sea bream and %8.2 from sea bass.

The skins were cut long and thin to obtain crackers from fish skin. Only wheat flour (%3) was added to the fish skin by rolling and fried in sunflower oil (200°C) for 3 minutes. After the frying process crackers were cooled in the room conditions. They were then transferred to the refrigerator (3±1°C) in stretch filmed plate for sensory and microbial analysis. 90 crackers were made from each fish species and arranged in a maximum of 15 on the plates to avoid overlapping. Sensory and microbiological analyzes were performed on the 0, 3, 5, 7, 10 and 12th days of storage.

Fatty Acid Analysis: Lipid analysis was performed according to the method of Bligh & Dyer (1959). Extracted lipid, fatty acids methyl esters were performed according to the method of Ichihara et al. (1996) with minor modifications. 4 mL of 2M KOH and 2 mL of n-heptane were added to 25 mg of extracted oil sample. It was then vortexed for 2 minutes at room temperature and centrifuged at 4000 rpm for 10 minutes at 4 °C and the heptane layers were taken up for gas chromatography (GC) analysis.

Microbiological analysis: Although frying processing destroys existing microorganisms in fish skin, microbiological analyzes were performed to determine the bacterial load that may occur during storage. Triplicate samples were taken for total *Enterobacteriaceae*, total aerobic mesophilic (TAMB), total aerobic psychrophilic bacteria (TAPB), *Escherichia coli* (Thompson et al., 1990) and *Staphylococcus aureus* (Schoeller and Ingham, 2001) counts. 90 ml of sterile Ringer solution (1/4 strength) to 10 g of fish muscle was mixed with and then Stomached (Masticator Nr S18/420, IUL Instruments, Barcelona, Spain) for 3 min. More decimal dilutions were made, and then 0.1 ml of each dilution was pipetted onto the face of plate count agar (Fluka 70152, Steinheim, Switzerland) plates in triplicate. Table 1 shows the bacteria groups and their plates. In the study, microbiological analyzes were done on fried fish crackers.

Table1. Plates and methods used for microbiological analysis.

Microorganism	Plate	Incubation time
TAMB	Plate count agar (PCA)	30°C 72 hours
TAPB	Plate count agar (PCA)	6°C 10 days
<i>Enterobacteriaceae</i>	Violet Red Bile Agar	37°C 24 hours
<i>E. coli</i>	MUG added Mac Conkey Agar	30°C 24 hours
<i>S. aureus</i>	Baird Parker Agar	37°C 24-48 hours

Sensory Analysis: Sensory evaluation for fried fish skin crackers was carried out according to the method of Paulus et al., 1979. The hedonic scale used for fried fish skins is given in Table 2. The opinions of the panelist were assessed (12 men and 32 women with different geographical regions) for color, odour, flavor, texture and general acceptability scored to the given pages using 9-point hedonic scale (1 excessively dislike, 9 excessively like). Analyses were done in day conditions on each storage days by the staff members and 4th semester students of the Kırşehir Ahi Evran University/Turkey, Food Processing Department who are familiar with fresh fish.

Table2. The hedonic scale used for fried fish skins.

	9 Very Good	8 Quite Good	7 Good	6 Little Good	5 No Comment	4 Little Good	3 Bad	2 Quite Bad	1 Very Bad
Color									
Oudor									
Flavor									
Texture									
General Acceptability									

Statistical Analysis: SPSS 22 version software (Chicago, Illinois, USA) used for one-way variance analysis (ANOVA) and Duncan's Multiple Range Test. Calculations were done in triplicate and comparisons at a p-value of <0.05 were carried out to point out significant differences.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 shows the sensory analyses of crackers obtained by rainbow trout, sea bream, and sea bass skins during storage. At the beginning of storage, all groups were close to 9 and off-flavors and off-odors were not detected. In the following storage days, the G1 group was separated from the other groups in terms of color, odor, taste and texture parameters. G2 and G3 groups were rejected in terms of general acceptability on the 10th day of storage, while G1 group did not have any rejection points (bigger than 4).

No coliform, *E. coli* and *S. aureus* were found in fish crackers during storage. However, TAMB and TAPB numbers tended to increase. Figure 2 shows the total mesophilic aerobic and psychrotrophic aerobic bacteria counts.

The increasing of mesophilic aerobic bacteria in the G3 was higher than the G1 and G2. G1, a freshwater fish by-product, showed a lower microbiological increase than other groups. For G1, the colony number was over 30 colony only on day 10th day of storage.

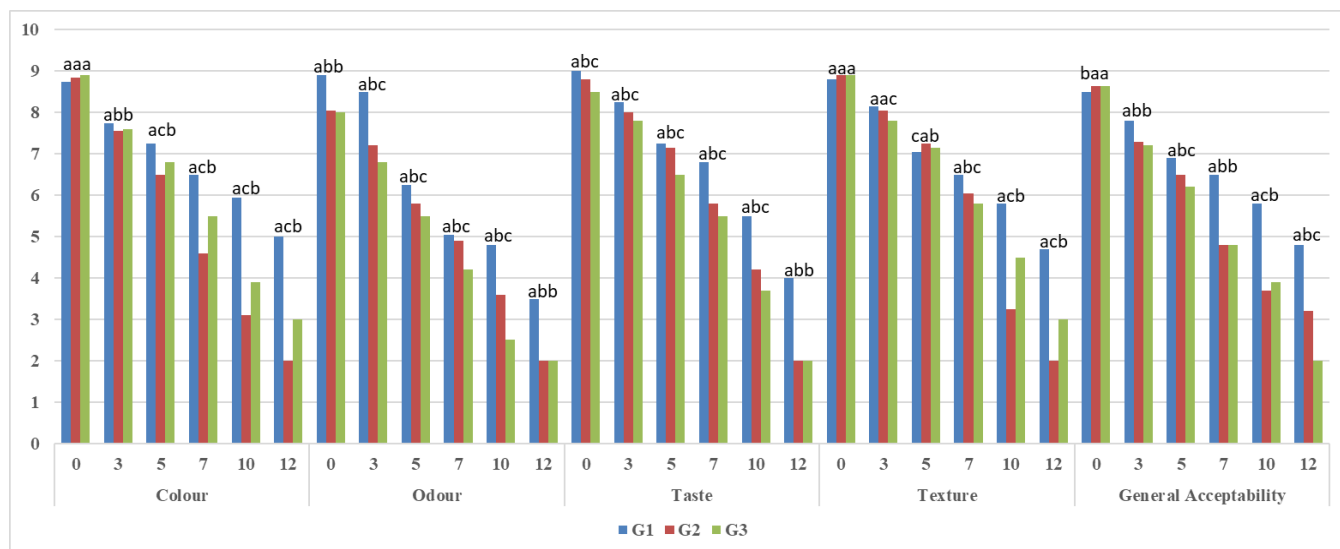


Figure 1. Sensorial changes of cooked crackers during storage. Different letters (a - c) in the same column show significant differences (p <0.05).

It is known that gram negative psychrotrophic bacteria cause the degradation of aerobically stored fresh fish at cold temperatures (Sallam, 2007). Initial TAPB counts were below dedection limit for all groups until the 5th day. The highest value was 3.52 log CFU/g for G2 group on 12th day of storage. TAPB values of groups were

2.58 log CFU/g, 2.57 log CFU/g and 2.44 log CFU/g respectively on the 10th day of storage, where the G2 and G3 groups were sensually rejected. When sensory and microbiology data are analyzed at the same time, it is seen that G1 group performs better on all storage days. (Kaba et al., 2012) reported that the TAMB number did not exceed

5.29 log CFU/g and the TAPB number was below 10^{-1} during storage in garfish meatballs which fried in sunflower oil after smoking. (Keser and İzci, 2020) reported that TAMB and TAPB values of meatballs made from rainbowtrout meat exceeded 7 log CFU/g level on the 7th day of storage in the control group. In the present study, TAMB and TAPB numbers of all groups did not exceed 3.52 log CFU/g during storage.

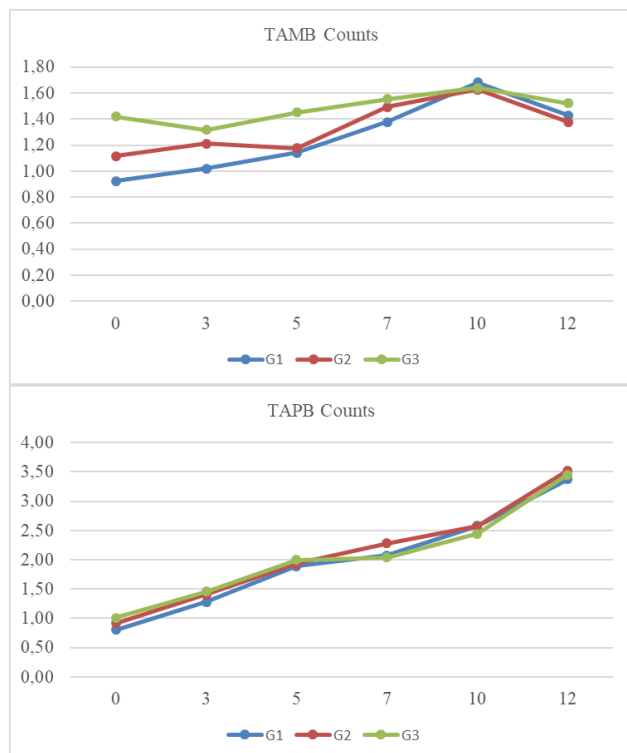


Figure 2. Changes in the counts of mesophilic and psychrophilic bacteria of crackers during storage at $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ (log CFU/g).

Table 3 shows the % as a mean value of 27 fatty acids for three groups. The fatty acid compositions of groups were 21.56-24.59% (SFA), 41.43-45.18% (MUFAs) and 28.06-29.48% (PUFAs). Fatty acids occurring in the highest rates were myristic acid (C14:0, 2.22-2.78%), palmitic acid (C16:0, 11.72-14.04%), palmitoleic acid (C16:1, 3.50-4.68%), stearic acid (C18:0, 2.95-3.58%), oleic acid (C18:1n9 cis, 30.89-34.17%), linoleic acid (C18:2n6, 13.97-17.35%), EPA, (C20:5n3, 2.20-2.96%) and DHA, (C22:6n3, 4.09-5.86%).

Rainbow trout skin which had higher sensorial points was very rich in n-3 (PUFAs / 28.06%) like sea bream (29.48%) and sea bass (29.03%). These values are similar with our previous study (Özoğul et al., 2013) obtained with rainbow trout meat. The levels of SFAs between groups did not vary. PUFA/SFA value was found as 1.14 for G1, 1.39 for G2 and 1.32 for G3. These values are higher than the minimum value of PUFA/SFA recommended as 0.45 (HMSO, 1994). Palmitic acid (C16:0) was the primary SFA acid contributing 11.72%,

13.79% and 14.04% of the total SFA content of lipids of rainbow trout, sea bream, and sea bass skins, respectively. Oleic acid (C18:1n-9) was the primary MUFAs accounting for 34.17% of total fatty acids for G1 while it contributes 30.86% of total fatty acids for G2 and 32.39% for G3. Moreover, the level of oleic acid was significantly ($p>0.05$) higher for G1 group than others. But the level of linoleic acid (C18:2n6) was significantly lower for G1 with value of 13.97% while G2 and G3 had 17.35% and 16.76% linoleic acid. Our previous study (Özoğul et al., 2013) found the oleic acid value as 30.47% in trout muscle. In fact, this value is close to the G1 group found in the current study for fish skin. On the other hand (Cui et al., 2018) reported that the total polyunsaturated fatty acid concentrations were higher in skin than muscle for some fish species.

Table 3. Fatty acid contents of rainbow trout, sea bream and sea bass skins (%).

FA	G1 $\bar{x}\pm\text{Sd}$	G2 $\bar{x}\pm\text{Sd}$	G3 $\bar{x}\pm\text{Sd}$
C12:0	5.74±0.02 ^a	0.05±0.01 ^b	0.03±0.00 ^b
C14:0	2.22±0.05 ^b	2.78±0.07 ^a	2.34±0.01 ^b
C15:0	0.14±0.08 ^a	0.22±0.00 ^a	0.20±0.00 ^a
C16:0	11.72±0.31 ^b	13.79±0.28 ^a	14.04±0.02 ^a
C17:0	0.22±0.06 ^a	0.33±0.02 ^a	0.26±0.01 ^a
C18:0	3.58±0.23 ^a	2.95±0.08 ^b	3.06±0.02 ^b
C20:0	0.17±0.07 ^a	0.25±0.01 ^a	0.22±0.00 ^a
C22:0	0.57±0.07 ^a	0.61±0.01 ^a	0.50±0.02 ^a
C24:0	0.25±0.04 ^b	0.31±0.01 ^b	1.31±0.00 ^a
∑ SFA^a	24.59±0.35 ^a	21.27±0.28 ^b	21.94±0.01 ^b
C14:1	0.03±0.00 ^c	0.13±0.00 ^a	0.10±0.00 ^b
C15:1	0.04±0.03 ^a	ND	ND
C16:1	3.50±0.1 ^c	4.68±0.05 ^a	4.04±0.0 ^b
C17:1	0.05±0.03 ^a	0.03±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a
C18:1n9	34.17±0.45 ^a	30.89±0.30 ^c	32.39±0.16 ^b
C18:1n7	3.47±0.11 ^a	3.54±0.21 ^a	3.50±0.00 ^a
C20:1n9	3.45±0.43 ^a	1.84±0.02 ^c	2.35±0.01 ^b
C22:1n9	0.46±0.01 ^a	0.30±0.00 ^c	0.42±0.00 ^b
C24:1n9	0.02±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a
∑ MUFA^a	45.18±0.26 ^a	41.43±0.01 ^c	42.85±0.16 ^b
C18:2 n6	13.97±0.76 ^b	17.35±0.27 ^a	16.76±0.06 ^a
C18:3 n6	0.16±0.04 ^a	0.13±0.01 ^a	0.10±0.00 ^a
C18:3 n3	4.01±0.06 ^a	3.54±0.08 ^b	3.53±0.04 ^b
C20:2 cis	0.22±0.05 ^a	0.22±0.00 ^a	0.14±0.00 ^a
C20:3n6	0.40±0.03 ^a	0.37±0.00 ^{ab}	0.32±0.00 ^b
C20:4n6	1.18±0.06 ^a	0.75±0.00 ^c	0.99±0.01 ^b
C20:5 n3	2.20±0.02 ^b	2.90±0.01 ^a	2.96±0.04 ^a
C22:2 cis	0.09±0.05 ^a	0.15±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a
C22:6 n3	5.86±0.20 ^a	4.09±0.13 ^b	4.14±0.10 ^b
∑ PUFA^a	28.06±0.71 ^a	29.48±0.23 ^a	29.03±0.25 ^a
PUFA/SFA	1.14±0.05 ^b	1.39±0.03 ^a	1.32±0.01 ^a
∑ ω3	12.06±0.11 ^a	10.52±0.04 ^b	10.63±0.18 ^b
∑ ω6	15.70±0.83 ^b	18.60±0.28 ^a	18.17±0.06 ^a
∑ ω6 / ∑ ω3	1.27±0.04 ^b	1.77±0.03 ^a	1.71±0.02 ^a
DHA	5.86±0.20 ^a	4.09±0.13 ^b	4.14±0.10 ^b
EPA	2.20±0.02 ^b	2.90±0.01 ^a	2.96±0.04 ^a
DHA/EPA	2.67±0.12 ^a	1.41±0.05 ^b	1.40±0.02 ^b

^aSFA: Saturated fatty acid, ^bMUFA: Monounsaturated fatty acid, ^cPUFA: Polyunsaturated fatty acid. Different letters (a - c) in the same fraction shows significant differences ($p < 0.05$). G1: Rainbow trout, G2: Sea Bream, G3: Sea Bass, ND: Not detected.

Among the analyzed fish species, the highest DHA (C22:6n3) was obtained from G1, with value of 5.86% while G2 and G3 had 4.09 and 4.14% of DHA. While the DHA value for G1 was lower than the level of 10.29% found in trout meat (Özoğul et al., 2013), G2 and G3 were found to be close to sea bream (Magalhães et al., 2020) and sea bass (Betancor et al., 2020) meat. But EPA

was significantly ($p>0.05$) higher in G2 and G3 groups than G1. It is known that EPA and DHA values of caught fish species can be higher than cultured fish species (Chen et al., 1995; Rahman et al., 1995). EPA is the most important essential fatty acid among the n3 series fatty acids for the human diet (Chen et al., 1995) and also DHA decreases the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma (Childs et al., 1990). Differences in fatty acids of rainbow trout, sea bream, and sea bass should not only be considered with respect to species habitat but also based on their natural diet. Although the species that analyzed in this study can be separated as marine and freshwater, it is known that all of them are culture fish. That is, all groups had fed with ready pellet feeds. Therefore, although there is a statistical difference between some parameters, fatty acid values are very close to each other. The highest sensorial score and EPA ratio in the G1 group indicate that rainbow trout skin is quite suitable for cracker production. However, the high level of omega 3 series fatty acids of fish skins usually discarded during consumption is thought-provoking in terms of consumption habits.

Among the groups, the highest ratio of n6/n3 was found to be 1.77 for G2 followed by 1.71 for G3 and 1.30 for G1. The ratios of n6/n3 found in this study were lower in G1, G2, and G3 than the maximum value of 4.0 recommended by the UK Department of Health (HMSO, 1994). Simopoulos (2010) reported that a ratio of 1:1 to 2:1 $\omega 6/\omega 3$ fatty acids should be the ideal for human health. Also, DHA/EPA ratio was significantly higher in G1 (2.67%) than G2 (1.41%) and G3 (1.40%). When the fatty acids and sensory analysis results are evaluated together, it is seen that the fish skin which is in the waste state during the canning and cooking processes, is an important source of fatty acids. Furthermore, trout skin can be said to have great potential in cracker production compared to the groups analyzed in this study. On the other hand cooking over 100 ° C damages omega 3 fatty acids and the degree of damage is known to vary with the time exposed to heat (Furnier et al., 2006). Therefore, methods should be worked on to increase the cooking time and reduce the temperature.

CONCLUSION

In this study, fatty acid profiles of raw fish skins were determined and the sensory and microbiological levels of the skins after frying process were analyzed. Even the panelists who do not normally consume fish liked the taste of fish crackers. According to current study results, although they have very important fatty acids, fish skins are seen as byproduct materials during processing or cooking. Study data will contribute to the transformation of fish by-products into industrial products.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no competing interests.

REFERENCES

- Bayraklı, B. & Duyar, H.A. (2019).** Karadeniz’de Farklı Hammaddelerden Elde Edilen Balık Unlarının Besin Kompozisyonu. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*,4(3), 545-550. DOI: 10.35229/jaes.636806
- Betancor, M.B., MacEwan, A., Sprague, M., Gong, X., Montero, D., Han, L., Napier, J.A., Norambuena, F., Izquierdo, M. & Tocher, D.R. (2021).** Oil from transgenic *Camelina sativa* as a source of EPA and DHA in feed for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture*, 530, 735-759.
- Bligh, E.C. & Dyer, W.J. (1959).** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 913-917.
- Bouaziz, M., Bejaoui, S., Rabeh, I., Besbes, R., El, R., Cafsi, M. & Falcon, J. (2017).** Impact of temperature on sea bass, *Dicentrarchus labrax*, retina: Fatty acid composition, expression of rhodopsin and enzymes of lipid and melatonin metabolism. *Experimental Eye Research*, 159, 87-97.
- Chen, I.C., Chapman, F.A., Wei, C.I., Porteir, K.M. & O’Keefe, S.F. (1995).** Differentiation of cultured and wild sturgeon (*Acipenser oxyrinchus desotoi*) based on fatty acid composition. *Journal of Food Science*, 60, 631-635.
- Childs, M.T., King, I.B. & Knopp, R.H. (1990).** Divergent lipoprotein responses to fish oils with various ratios of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 52, 632-639.
- Conner, W.E. (2000).** Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 17, 171S-175S.
- Cui, L., Wang, S., Yang, X., Gao, L., Zheng, M., Wang, R., Qiao, L. & Xu, C. (2018).** Fatty acids, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans, and dioxin-like polychlorinated biphenyls in paired muscle and skin from fish from the Bohai coast, China: Benefits and risks associated with fish consumption. *Science of the Total Environment*, 639, 952-960.
- Erkan, N. & Özden, Ö. (2007).** The changes of fatty acid and amino acid compositions in sea bream (*Sparus aurata*) during irradiation process. *Radiation Physics and Chemistry*, 76, 1636-1641.
- Fenton, W.S., Hibbeln, J. & Knable M. (2000).** Essential fatty acids, lipid membrane abnormalities, and the diagnosis and treatment of schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 47, 8-21.

- Furnier, V., Destailats, F., Juaneda, P., Dionisi, F., Lambelet, P., Sebedio, J.L. & Bordeaux, O. (2006). Thermal degradation of long-chain polyunsaturated fatty acids during deodorization of fish oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **108**, 33-42.
- Giudetti, A.M. & Cagnazzo, R. (2012). Beneficial effects of n-3 PUFA on chronic airway inflammatory diseases. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*, **99**, 57-67.
- HMSO UK. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects No. 46). London: HMSO.
- Iaconisi, V., Bonellia, A., Pupino, R., Gai, F. & Paris, G. (2018). Mealworm as dietary protein source for rainbow trout: Body and fillet quality traits. *Aquaculture*, **484**, 197-204.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K. & Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, **31**, 535-539.
- Kaba, N., Özer Ö. & Çorapçı B. (2012). Dumanlanmış zargana (*Belone belone euxini* Günther, 1866) köftelerinin bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi. *Journal of Fisheries Sciences.com*, **6**, 357-367.
- Keser, E., İzci, L. (2020). Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan elde edilen balık köftelerinde biberiye ve defne uçucu yağlarının mikrobiyolojik ve duyu kaliteye etkisi. *Acta Aquatica Turcica*, **16**(1), 13-21.
- La Rovere, M.T. & Christensen, J.H. (2015). The autonomic nervous system and cardiovascular disease: role of n-3 PUFAs. *Vascular Pharmacology*, **71**, 1-10.
- Magalhães, R., Guerreiro, I., Coutinho, F., Moutinho, S., Sousa, S., Delerue-Matos, C., Domingues, V.F., Olsen, R.E., Peres, H. & Oliva-Teles, A. (2020). Effect of dietary ARA/EPA/DHA ratios on growth performance and intermediary metabolism of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture*, **516**, 734644, DOI: [10.1016/j.aquaculture.2019.734644](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734644).
- Njinkoue, J.M., Barnathan, G., Miralles, J., Gaydou, E.M. & Samb, A. (2002). Lipids and fatty acids in muscle, liver and skin of three edible fish from the Senegalese coast: *Sardinella maderensis*, *Sardinella aurita* and *Cephalopholis taeniops*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **131**, 395-402.
- 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**, 217-223.
- Özoğul, F., Yavuzer, E., Özoğul, Y. & Kuley, E. (2013). Comparative quality loss in wild and cultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilling storage. *Food Science and Technology Research*, **19**, 445-454.
- Paulus, K., Zacharias, R., Robinson, L. & Geidel, H. (1979). Kritische Betrachtungen zur "Bewetenden Prüfung mit skale" als einem Wesentlichen Verfahren der Sensorischen Analyse. *LWT-Food Science and Technology*, **12**, 52-61.
- Rahman, S.A., Huah, T.S., Hassan, O., Daud, N.M. (1995). Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. *Food Chemistry*, **54**, 45-49.
- Schoeller, N.P. & Ingham, S.C. (2001). Comparison of the Baird-Parker agar and 3MTMPetrifilmTMrapid S. aureus count plate methods for detection and enumeration of *Staphylococcus aureus*. *Food Microbiology*, **18**, 581-587.
- Simopoulos, A.P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development, a review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **54**, 438-463.
- Simopoulos, A.P. (2010). The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: Health implications. *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, **17**, 267-275.
- Tekle, Ş., Sağdıç, O., Nursaçan, Ş., Yetim, H. & Erdem, M. (2013). Halal Food Problems in Our Country and in The World. *European Journal of Science and Technology*, **1**, 1-6.
- Thompson, J.S., Hodge, D.S. & Borczyk, A.A. (1990). Rapid biochemical test to identify verocytotoxin-positive strains of *Escherichia coli* serotype O157. *Journal of Clinical Microbiology*, **28**, 2165-2168.
- Tidball, M.M., Exler, J., Somanchi, M., Williams, J., Kraft, C., Curtis, P. & Tidball, K.G. (2017). Addressing information gaps in wild-caught foods in the US: Brook trout nutritional analysis for inclusion into the USDA national nutrient database for standard reference. *Journal of Food Composition and Analysis*, **60**, 57-63.
- Turchini, G.M., Hermon, K.M. & Francis, D.S. (2018). Fatty acids and beyond: Fillet nutritional characterization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed different dietary oil sources. *Aquaculture*, **491**, 391-397.
- Valfré, F., Caprino, F. & Turchini, G.M. (2003). The health benefit of seafood. *Veterinary Research Communications*, **27**, 507-512.
- Ward, O.P. & Singh, A. (2005). Omega-3/6 fatty acids: alternative sources of production. *Process Biochemistry*, **40**, 3627-3652.
- Yavuzer, E. (2018). Development of defective fish egg sorting machine with colour sensor for trout facilities. *Aquaculture Research*, **49**, 3634-3637.
- Yavuzer, E. (2020). Comparing the fatty acid level of sand smelt (*Atherina boyeri*) with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) as a cheaper protein and fatty acid source. *Acta Aquatica Turcica*, **16**(1), 106-112. DOI: [10.22392/actaqua.603538](https://doi.org/10.22392/actaqua.603538)
- Zhu, Y., Tan, Q., Zhang, L., Yao, J., Zhou, H., Hu, P., Liang, X. & Liu, H. (2019). The migration of docosahexenoic acid (DHA) to the developing ovary of female zebrafish (*Danio rerio*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & integrative physiology*, **233**, 97-105.



Investigation of Possible Toxic Effects of Personal Care Products on *Daphnia magna* in the Kucukcekmece Lagoon, Marmara Sea (Turkey) ^[*]

V. Zülal SÖNMEZ^{1,2,*} Nevra ERCAN³ Nüket SİVRİ¹

¹ Department of Environmental Engineering, Istanbul University-Cerrahpaşa, TURKEY

² Department of Environmental Engineering, Duzce University, TURKEY

³ Department of Chemical Engineering, Istanbul University-Cerrahpaşa, TURKEY

Geliş/Received: 24.07.2020

Kabul/Accepted: 11.11.2020

How to cite: Sönmez, V.Z., Ercan, N. & Sivri N. (2020). Investigation of Possible Toxic Effects of Personal Care Products on *Daphnia magna* in the Kucukcekmece Lagoon, Marmara Sea (Turkey). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 533-540.

Atıf yapmak için: Sönmez, V.Z., Ercan, N. & Sivri N. (2020). Küçükçekmece Lagünü'nde (Marmara Denizi, Türkiye) Kişisel Bakım Ürünlerinin *Daphnia magna* Üzerindeki Olası Toksik Etkilerinin Araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 533-540.

* <https://orcid.org/0000-0002-7488-2996>
<https://orcid.org/0000-0001-9927-0315>
<https://orcid.org/0000-0002-4269-5950>

***Corresponding author's:**

V. Zülal SÖNMEZ

Istanbul University-Cerrahpaşa, Department of Environmental Engineering, Istanbul, Turkey.
✉: zulal.kiremitci@istanbul.edu.tr

Mobile telephone : +90 (530) 153 89 99
Fax : +90 (212) 473 71 80

Abstract: Polyethylene glycols (PEGs) used in personal care products (PCPs) are preferred in a wide range of fields thanks to their solubility, viscosity properties, and low toxicity levels which were detected on mammals nearly 60 years ago. This study was aimed to determine the effect of acute toxicity of personal care products and PEGs which are used particularly in personal care and pharmaceutical products on aquatic ecosystems. In this scope, this study was determined the individual acute toxicities of PEGs; the acute toxicity of baby shampoo and body lotion which are among personal care products containing PEGs; and the possible acute toxicity of these products when they reach the surface waters. *Daphnia* sp. Acute Immobilisation Test was used to determine the toxic effect on aquatic organisms. The acute toxicity class of PEGs was identified as non-toxic (Class 0). While the body lotion was highly toxic (Class 5) at the end of the 48-hour exposure time without being applied to any surface water, it was non-toxic (Class 0) for all stations when applied to surface water. While the baby shampoo was practically non-toxic (Class 1) at the end of the 48-hour exposure time without being applied to any surface water, it was slightly toxic (Class 2) for station 1 and station 2 when applied to surface water. When PCPs including these liquid plastics, which are found to have non-toxicity characteristics, it is obvious that different toxic effects can emerge apart from the individual toxicity on surface waters.

Keywords: Acute toxicity, *Daphnia magna*, Personal Care Products (PCPs), Polyethyleneglycol (PEG), Surface waters.

Küçükçekmece Lagünü'nde (Marmara Denizi, Türkiye) Kişisel Bakım Ürünlerinin *Daphnia magna* Üzerindeki Olası Toksik Etkilerinin Araştırılması

Öz: Kişisel bakım ürünlerinde kullanılan polietilen glikoller (PEG'ler), çözünürlük, viskozite özellikleri ve yaklaşık 60 yıl önce memelilerde tespit edilen düşük toksisite seviyeleri sayesinde çok çeşitli alanlarda tercih edilmektedir. Bu çalışmanın amacı, kişisel bakım ürünlerinin ve özellikle kişisel bakım ve eczacılık ürünlerinde kullanılan PEG'lerin sucul ekosistemler üzerindeki akut toksisitesinin etkisini tespit etmektir. Bu kapsamda, bu çalışmada PEG'lerin bireysel akut toksisiteleri; PEG içeren kişisel bakım ürünleri arasında yer alan bebek şampuanı ve vücut losyonunun akut toksisitesi; ve bu ürünlerin yüzey sularına ulaştıklarında olası akut toksisitesi belirlenmiştir. Sucul organizmalar üzerindeki toksik etkiyi belirlemek için, *Daphnia* sp. Akut Hareketsizlik Testi kullanılmıştır. PEG'lerin akut toksisite sınıfı, toksik olmayan olarak belirlenmiştir (Toksosite Sınıfı-0). Vücut losyonu, 48 saatlik maruziyet süresinin sonunda herhangi bir yüzey suyuna uygulanmadan yüksek derecede toksik (Toksosite sınıfı-5) iken, yüzey suyuna uygulandığında tüm yüzeyel su numuneleri için toksik değil (Toksosite sınıfı-0) olarak belirlenmiştir. Bebek şampuanı, 48 saatlik maruziyet süresinin sonunda herhangi bir yüzey suyuna uygulanmadan pratik olarak toksik olmayan (Toksosite sınıfı-1) iken, yüzey suyuna uygulandığında istasyon 1 ve istasyon 2 için hafif toksiktir (Toksosite sınıfı-2). Toksik olmayan özelliklere sahip olduğu tespit edilen bu sınıfı plastikleri içeren PCP'ler, yüzey sularındaki bireysel toksisite dışında farklı toksik etkilerin ortaya çıkabileceği açıktır.

Anahtar kelimeler: Akut toksisite, *Daphnia magna*, Kişisel Bakım Ürünleri, Polietilen glikol (PEG), Yüzeyel sular.

***Sorumlu yazar:**

V. Zülal SÖNMEZ

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye.
✉: zulal.kiremitci@istanbul.edu.tr

Mobile telephone : +90 (530) 153 89 99
Fax : +90 (212) 473 71 80

^[*]Presented as extended abstract at the 4th Eurasian Conference on Civil and Environmental Engineering (ECOCEE), June 17 – 18, 2019, Istanbul, Turkey.

INTRODUCTION

Personal care products (PCPs) comprise a wide range of products such as skin, hair, body care, oral health and dental care, and makeup products. The amount of pharmaceuticals and active ingredients in personal care products, which are used in large quantities around the world, is almost at the same level as the number of agricultural chemicals (Daughton & Ternes, 1999). The interest in these products has increased in recent years due to the frequency of use and chemical structure of them (Liu & Wong, 2013), because personal care products, unlike drugs, are not subject to metabolic changes in the human body. Therefore, large quantities of PCPs are mixed directly into the receiving environment without going through any change.

PCPs journey may start from sewage and end in surface water, even in drinking water basins and/or soil (Kim et al., 2009). This results from the disposal of the wastes in treatment plants which cannot be performed by conventional methods (Çetinkaya Karafakı, 2018). These products may be threatening since they are potentially permanent, bio accumulative, biologically active, and continuously discharged into the aquatic environment (Brausch & Rand, 2011). PCPs are among the most frequently detected compounds among primary pollutants in surface water, even at nanogram levels (Pablos et al., 2015).

Today, another remarkable danger in personal care products are microplastics. Polyethylene microbeads, which are mostly encountered in skin cleaning products, are 10–700 µm in diameter and generally below 500 µm. In such particle sizes, they can easily access the digestive systems of aquatic organisms and may be fatal to them (Wardrop et al., 2016). Microbeads found in personal care products and cosmetics have been recently banned in the USA, Canada, and the European Union. However, it is still widely used in many countries, including Turkey (Hernandez et al., 2017; Ustabaşı & Baysal, 2019). However, microbeads are not the sole plastic-type found in personal care products.

Different polymeric structures are used as solvent, thickener, plasticizing agent, softener and surfactant in personal care products today. In particular, hydrophilic PEGs having different molecular weights are found in almost all cosmetic product compositions. Depending on the molecular weight, PEGs are used in liquid, waxy solid and solid forms in cosmetic, pharmaceutical and food industries. Food and Drug Administration (FDA), based on the Inactive Ingredient Database (FDA, 2019) declared that the maximum amount used of PEG decreased in line with increasing molecular weight PEG 400, 4000, 6000 and 8000 are 960.48, 449.6, 450 and 100 mg per dosage form, respectively.

There are studies conducted on sources, fate, and effects of microplastics in aquatic and terrestrial

environments; their uptake by organisms and possible effects on them (Cheung & Fok, 2016; Duis & Coors, 2016; Kalčíková et al., 2017; Lei et al., 2017). In the literature review, therefore, it is difficult to come across a study conducted on the fate and effects of water-soluble liquid plastics contained in these products. Previous studies investigated the intended use of various PEG compounds and concluded that their use in cosmetics is relatively safe for public health (CIR Expert Panel, 2004; Fruijtier-Pöllth, 2005; Jang et al., 2015; Lanigan et al., 2001). The number and variety of PEGs studied remained limited due to the wide range of PEGs. Considering the importance of PCPs, the addition of new products, the advancement of technology and public health as well as environmental health, it is believed that the current studies fall short to reflect the future picture.

Chronic and acute tests conducted with *Daphnia magna* are among the most common studies in the field of aquatic toxicology (Martins et al., 2007; Sönmez et al., 2016). *D. magna* has been an essential organism for ecotoxicology due to its ease of reproduction in the laboratory and its place in the food chain (Imhoff et al., 2017). It also makes it possible to use these organisms to determine the toxicity of liquid plastics because they are fed by filtering water.

This study was aimed to determine the effect of acute toxicity of personal care products and PEGs which are used particularly in personal care and pharmaceutical products on aquatic ecosystems. In this scope, this study was determined the individual acute toxicities of PEGs; the acute toxicity of baby shampoo and body lotion which are among personal care products containing PEGs; and the possible acute toxicity of these products when they reach the surface waters. Samples of surface waters with seawater, freshwater and brackish water composition were taken to determine the toxic effect of PCPs in surface waters.

MATERIAL AND METHOD

In this study, PEG was selected as polymer material and subjected to acute toxicity tests at different concentrations. As PEG products are present alone, two different PCP products containing PEG were selected and their acute toxicity was studied. Finally, a scenario was created for the discharge of selected PCPs to the surface waters (seawater, freshwater and brackish water) with 3 different compositions and the acute toxicity test was applied in the prepared sets.

Selection of PEGs: Polyethylene glycols 200, 300, 400 and 600 are fluid and 1000, 2000, 4000, 6000 and 10.000 are solid. The number demonstrates the mean molecular weight of polyethylene glycols in a given product. Table 1

presents the PEGs selected within the scope of the present study and their use in PCPs. In the experimental studies, PEGs of Sigma-Aldrich brand were used.

Table 1. PEGs selected within the scope of the present study and their use in PCPs (Jang et al., 2015).

Polymer	Description as cosmetic ingredients
PEG 600	Humectant, Shower and bath products, creams and lotions, shampoos, shaving products and liquid soaps.
PEG 1500	Perfume fixative, softener, non-greasy lubricant. Moisture stabilizing effect in creams. Leaves a pleasant feel on the skin. In lotions, acts as a cleansing agent.
PEG 2000	Nonionic, moisturizing, lubricating
PEG 6000	Non-ionic, binder, lubricant, suspending agent
PEG 10000	Slip and mold-release agent, water soluble carrier substance, softener, moisture-stabilizing effect in creams. Leaves a pleasant feel on the skin.

Selection of PCPs: Two different products, baby shampoo, and body lotion were selected as personal care products having the common feature of containing PEG. In addition to having PEG in common, both products have the potential to be eco-friendly/greener than other products.

The first product, baby shampoo is widely used in Turkey, its chemical content is formed for relatively sensitive skins due to its usage area. The product is stated to be in line with the Cosmetic Act no. 5324 and Cosmetic Regulation in force in Turkey which were modelled and prepared in accordance with the Regulation (EC) No 1223/2009 of the European Parliament and of the Council on Cosmetic Products. It contains mix of PEG esters (as polyethyleneglycol oleate and polyethyleneglycol stearate) along with different chemicals.

The other product, body lotion is produced by an environmentally sensitive company. It is sold at higher prices since it is known to be more sensitive to its equivalents in the Turkish market. It contains the compound of PEG esters (polyethyleneglycol stearate) along with different chemicals.

Selection of Surface Waters: It is observed that water quality has deteriorated as pollution levels increased over time in the Kucukcekmece Lagoon where seawater, freshwater, and brackish water compositions coexists in Istanbul province (Sivri et al., 2012). Both the connection of the lake to the Sea of Marmara and the pollution carried by rivers to the lake further increased the pressure on it. The sample of the surface water was collected to identify the toxicity of personal care products, the toxicity of which was determined in surface water. Samples were taken from 3 different stations from surface water with different composition on the southwest coast of Istanbul.

Special attention was paid to the dispersibility of PCPs at different salinity rates while selecting the stations. Therefore, the Avclar Coast, which is connected with the lagoon, with seawater composition (Station 1), the channel of Kucukcekmece Lagoon, which has a channel for transitional waters between the lake and sea, with brackish

water composition (Station 2), and Kucukcekmece Lagoon with a composition close to freshwater (Station 3) were selected. The information obtained regarding these stations is presented in Table 2. The general view of the stations is presented in Figure 1.

Table 2. Sampling Stations and compositions of surfacewaters⁷.

Stations	Name of Stations	Composition of water (%)	Coordinates
Station 1	Avclar Coast	Seawater (22%)	40° 58' 47,11" N 28° 46' 8,07" E
Station 2	Kucukcekmece Channel	Brackish water (11%)	40° 58' 51,13" N 28° 46' 23,51" E
Station 3	Kucukcekmece Lake	Freshwater (6%)	40° 59,4' 48" N 28° 45' 45,80" E

In accordance with Water Pollution Control Instruction Methods of Sampling and Analysis, surface water samples taken from each station were brought to Microbiology Research Laboratory (CEMIK) in Department of Environmental Engineering at Istanbul University-Cerrahpasa.



Figure 1. General view of the study area (adapted from Google Earth).

The test was based on the OECD guideline *Daphnia magna* Acute Immobilisation Test (OECD, 2004). *Daphnia* not older than 24 hours were exposed to the sample concentration. The vessels were completely filled with appropriate volumes of dilution water and samples. First of all, individual acute toxicity of PEGs was studied (Figure 2). Preliminary tests were performed to determine the concentration range. Afterwards, 100, 80, 40, 20, 10, 5, 1 and 0.1 g L⁻¹ concentrations at which immobility/immortality was observed for each PEG.

In the second step, preliminary tests were performed to detect the concentrations of baby shampoo and body lotion (Figure 2). According to the data obtained, the concentrations of body lotion to be studied were determined as 20 g L⁻¹, 10 g L⁻¹, 5 g L⁻¹, 1 g L⁻¹, 0.5 g L⁻¹, 0.25 g L⁻¹, 0.10 g L⁻¹, 0.05 g L⁻¹, and 0.01 g L⁻¹, respectively. For baby shampoo, the toxicity test was performed at concentrations;

1 g L⁻¹, 0.8 g L⁻¹, 0.6 g L⁻¹, 0.5 g L⁻¹, 0.4 g L⁻¹, 0.25 g L⁻¹, 0.2 g L⁻¹, and 0.05 g L⁻¹. In the final step, the body lotion and baby shampoo were applied to surface water samples (Figure 2).

Then, Daphnids were placed into test beakers. Minimum 2 mL of test solution was needed for each test organism; hence 50 mL test media was studied for 10 daphnids. The organisms were unfed and did not go through the aeration during the test. The temperature, pH and DO values were checked. The controls were kept under the same conditions. Studies were performed in parallel for each set. In addition, low-speed (60 rpm) rinsing movement was applied to ensure adaptation to natural conditions.

Any immobility and abnormal behaviour were recorded after 24 and 48 hours. Each beaker was checked for immobilized daphnids at the 24th and 48th hours. For each period (24 and 48 hours) during which the observations were recorded, the test result was expressed as EC₅₀ with the Probit Analysis method as proposed by EPA to express the dose-response relationship (EPA, 1991).

During acute exposures, daphnids observed to be immobilized were taken from the test environment. At the end of the experiment, immobilized/dead daphnids in each beaker were analysed in KRUSS brand-MBL 2000 binocular microscope environment; physical integrity of organisms was analysed and photographed.

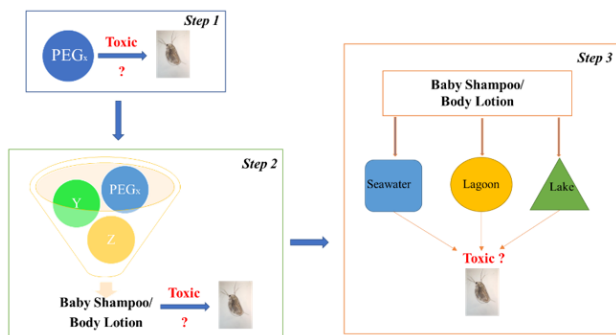


Figure 2. Experimental set.

Classification of Acute Toxicity: It is possible for products containing PEGs, and PEGs to mix in surface waters unless they are satisfactorily or appropriately dissolved at wastewater purification plants. Therefore, this study grounds on the toxicity classification which is based on toxicity in wastewaters (Table 3).

Table 3. Classification of toxicity (adapted from GESEAMP (2017)).

Classification	EC ₅₀ (mg L ⁻¹)	Acute Toxicity
0	> 1000	Non-Toxic
1	>100-≤1000	Practically Non-toxic
2	>10-≤100	Slightly Toxic
3	>1-≤10	Moderately Toxic
4	>0.1-≤1	High Toxic
5	>0.01-≤0.1	Very High Toxic
6	≤0.01	Extremely Toxic

RESULTS AND DISCUSSION

No mortality/immobility was observed in the control group after the 24- and 48- hour exposure time for all sets. Findings of each set are presented below under separate titled.

Acute Toxicity Classification of PEGs: Figure 3 presents the immobilization rate (%) at the end of 24- and 48-hours exposure of the acute toxicity test performed with *D. magna* for PEG 600, 1500, 2000, 6000 and 10.000. Generally, mortality rates increased with increasing exposure time (except PEG 600). Considering the 24-hour exposure, in general, mortality rates reduced as the number of PEG molecules increased (except PEG 6000). No immobile/dead daphnids were counted at either concentration of 1 g L⁻¹ or 0.1 g L⁻¹ studied for both exposure periods. For PEG 6000 and PEG 10000, the mortality rate was found to be 50% or more after the 48-hours of exposure.

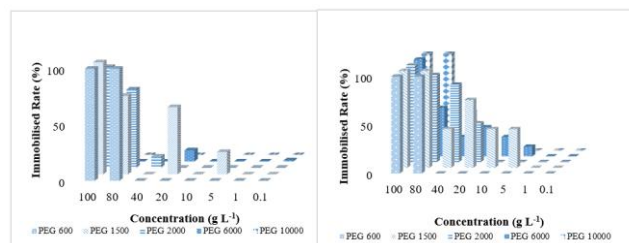


Figure 3. Concentration-affiliated immobilized rate at the end of exposure (24 and 48 hours from left to).

Table 4 presents the acute toxicity value of the PEGs studies as (EC₅₀) g L⁻¹ and the related acute toxicity class. Accordingly, PEG 600, 1500, 2000, 6000 and 10.000 did not have any acute toxicity effect on *D. magna* and were identified as non-toxic. Studies on the toxicological and physiological effects of PEGs have been published in a few journals several years ago. Acute toxicity of different PEGs ranging from PEG 200 to PEG 10.000 on Guinea pig and rabbit, was studied especially between 1938 and 1949. In a study conducted by Symth et al., (1950), the findings obtained were in parallel with the previous studies showing that acute oral toxicity and dermal toxicity were very low. In a review by Fruijtier-Pölloth, (2005), it was also found that most of the PEGs and their derivatives studied so far cause very low toxicity after single or repeated exposure to mammals.

At the end of the 24-hour exposure time, a linear relationship was found between EC₅₀ (g L⁻¹) and PEG molecular weight, just as in mortality (%). However, EC₅₀ values at and above 1000 mg L⁻¹ are classified as non-toxic. Therefore, the relationship has no effect on the toxicity class. In the study conducted by Symth et al. (1950), clear tendency towards a slight decrease in acute toxicity was interpreted with large increases in molecular weight. The statement of reduced toxicity as molecular weight increases is also

reported in review of Fruijtier-Pöllöth (2005) on polyethylene glycols (PEGs) and derivatives used in cosmetic products.

Table 4. Acute toxicity rates and classes of PEGs.

Exposure Time	24 h		48 h	
	EC ₅₀ (g L ⁻¹)	Classification of acutotoxicity	EC ₅₀ (g L ⁻¹)	Classification of acutotoxicity
PEG 600	>10000	0	>10000	0
PEG 1500	20.917	0	22.861	0
PEG 2000	65.216	0	25.280	0
PEG 6000	>100000	0	>100000	0
PEG 10000	>100000	0	>100000	0
PEG 600	>10000	0	>10000	0

Apart from calculating EC₅₀ values affiliated to mortality rates, dead/immobilized daphnids were examined with a microscope to see the effect of exposure. A microscopic image of *D. magna* in control is presented in Figure 4 for a more solid comparison. Negative effects of the exposure were detected on daphnids in PEG 600, unlike other PEGs, at the 24th hour (Figure 5-a, b). At the 48th hour of exposure, the effects of PEG 2000 (Figure 6) and PEG 6000 (Figure 7) were detected on Daphnids in addition to PEG 600 (Figure 5-c, d) at the highest concentrations studied (100 and 80 g L⁻¹). This effect, particularly emerging at high concentrations, is due to the fact that daphnids' digestion systems decrease in volume. In the literature, no related finding has been found, so this behaviour is important.



Figure 4. Microscope image of living *Daphnia magna* in control sample (Magnification power 4x10).

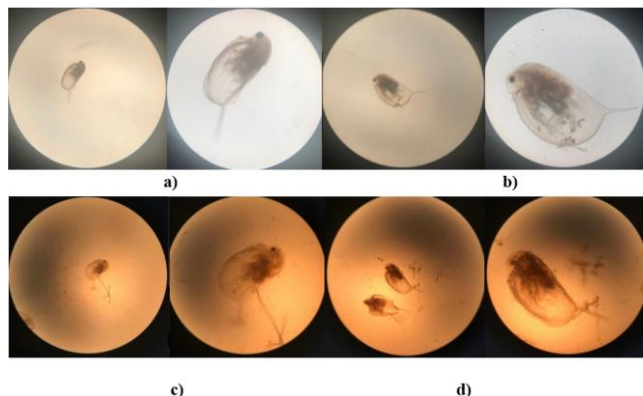


Figure 5. The effects of PEG 600 on daphnids after the 24-hour exposure a) 100 g L⁻¹ (Magnification power, respectively=4x10 and 10x10) b) 80 g L⁻¹ (Magnification power, respectively = 4x10 and 10x10), The effects of PEG 600 on daphnids after the 48-hour exposure c) 100 g L⁻¹ (Magnification power, respectively = 4x10 and 10x10) d) 80 g L⁻¹ (Magnification power, respectively =4x10 and 10x10).

This finding is important to indicate that the effect on the aquatic organisms may differ by the chemical structure of the polymer type studied. However, this negative effect is thought to be due to the difference in density of working PEGs, which are distinctive features of the polymer, rather than chemical bonds. It is believed more polymers are taken by the daphnids since they are fed by draining water and the density of PEG 600 is relatively lower than PEG 2000 and PEG 6000 (PEG 600 (1.126 g cm⁻³), PEG 2000 (1.21 g cm⁻³), and PEG 6000 (1.2 g cm⁻³) respectively).

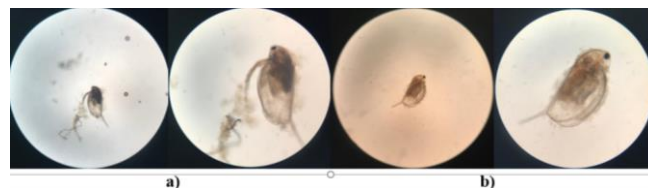


Figure 6. The effects of PEG 2000 on daphnids after the 48-hour exposure a) 100 g L⁻¹ (Magnification power, respectively = 4x10 and 10x10) b) 80 g L⁻¹ (Magnification power, respectively = 4x10 and 10x10).

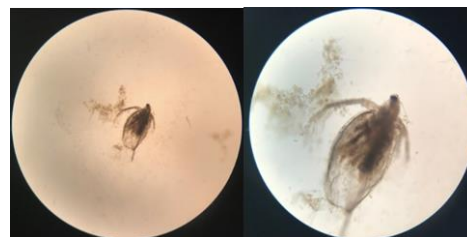


Figure 7. The effects of PEG 6000 on daphnids after the 48-hour exposure-100 g L⁻¹ (Magnification power, respectively=4x10 and 10x10).

Acute Toxicity Classification of PCPs: For body lotion, the EC₅₀ value was found to be 1547 mg L⁻¹ at the end of the 24-hour test period while it was found 0.039 mg L⁻¹ at the end of the 48-hour test period. In terms of acute toxicity classification, the class of body lotion changed from 0 (non-toxic) to 5 (very high toxic). The body lotion toxicity value (0.039 mg L⁻¹) obtained at the end of 48 hours was found to be higher than the 24-hour test period, and there was a major alteration among the acute toxicity class. Although the concentration of this active substance remained constant, it led to an increase in toxicity with the increase in contact time with the organism. Famous toxicologists like Peter Wells stated that toxicity depends on both concentration and exposure time and presents on a comprehensive basis (Wells, 1984; Lessard & DeMarco, 2000). For a healthy interpretation of the results, 24 and 48 hour EC₅₀ values, EC₅₀ (mg L⁻¹) and acute toxicity classification are presented in Table 5 for body lotion and baby shampoo. For baby shampoo, the EC₅₀ value was found to be 316.35 mg L⁻¹ at the end of the 24-hour test period while it was 177.47 mg L⁻¹ at the end of the 48-hour test period. There was no change in acute toxicity class in the 24- and 48-hour exposures.

Studies in the literature are mainly carried out on the individual toxicity of the chemicals contained in personal

care products (Daughton & Ternes 1999). Safety Data Sheets (SDS), prepared by each brand, show information about the ecotoxicity of the ingredients. In the SDS study, it was found that the mean result of acute toxicity test of the chemical having the highest percentage in hand&body lotion products of different brands performed with *D. magna*, varied between 1.955 mg L⁻¹ (48 h) and > 500 mg L⁻¹ (24 h). Results of the acute toxicity test performed *D. magna* for chemicals contained in the baby shampoo of a certain brand varied between 0.12 mg L⁻¹ and 2564 mg L⁻¹. The literature review shows that the toxicities of the chemicals usually contained in each PCP are studied individually and not evaluated on a product basis (Brausch & Rand, 2011).

The study supports the difference in toxicity found at 24 and 48 hour exposure time. Acute toxicity test results of a brand with *D. magna* for chemicals in baby shampoo contents vary between 0.12 mg L⁻¹ and 2564 mg L⁻¹. When the literature is evaluated, it is seen that the toxicities of the chemicals usually included in each PCP are studied individually and not evaluated on a product basis.

Table 5. The mean of acute toxicity test result of body lotion and baby shampoo.

Exposure Time	24 h		48 h	
	EC ₅₀ (g L ⁻¹)	Classification of acutetoxicity	EC ₅₀ (g L ⁻¹)	Classification of acutetoxicity
Body Lotion	<1547	0	0.039	5
Baby Shampoo	316.35	1	177.47	1

Table 6. Acute toxicity classification of surface waters and PCPs interaction with surface waters.

Exposure Time	EC ₅₀ (g L ⁻¹)	Classification of acutetoxicity	EC ₅₀ (g L ⁻¹)	Classification of acutetoxicity	EC ₅₀ (g L ⁻¹)	Classification of acutetoxicity
Sample	Surface waters		Body Lotion		Baby shampoo	
Station 1	46.37	2	4927	0	62.67	2
Station 2	567.8	1	1100	0	85.18	2
Station 3	211.54	1	4927	0	118.62	1

Depending on the concentrations studied in the determined toxicity of the body lotion, 20000 mg L⁻¹, 1000 mg L⁻¹, 100 mg L⁻¹, 10 mg L⁻¹ concentrations were selected. Depending on the concentrations studied in the determined toxicity of the baby shampoo, 1000 mg L⁻¹, 500 mg L⁻¹, 100 mg L⁻¹, 50 mg L⁻¹ concentrations were selected to study. 48-hour toxicity test results of the application of the body lotion and baby shampoo to surface water are presented as EC₅₀ and classification of acute toxicity in Table 4. While the body lotion was highly toxic (Class 5) at the end of the 48-hour exposure time without being applied any surface water, it was non-toxic (Class 0) for all stations when applied to surface water. When PEG-containing PCPs are applied to surface waters, it is possible to claim that even PEG-containing non-toxic products can cause toxicity in the aquatic ecosystem because surface waters (especially seawater) are composed of different chemical structures. While the baby shampoo was practically non-toxic (Class 1) at the end of the 48-hour exposure time without the being applied to any surface

Acute Toxicity Classification of PCPs Interaction with Surface Waters: In this part of the study, the toxicity of the surface water samples was determined as the first step. It was studied at 50%, 25%, 12.5% and 6.25% for each station, and high mortality rates were found in the toxicity test.

The EC₅₀ value after the 48-hour test period was found to be 46.37 mg L⁻¹ for station 1 and EC₅₀>100 mg L⁻¹ for station 2 and 3. It was determined that surface water samples with fresh and brackish water composition taken from the stations 2 and 3 were practically non-toxic (Class 1), and the seawater sample taken from station 1 was slightly toxic (Class 2) (Table 6). It was determined that the station 1 was different from the other stations since the chemical structures may also lead to salinity as involved in seawater. The toxicity of the samples was considered, a 3.125% dilution rate at which no mortality was observed was taken as a basis in the study. With this study, an optimistic scenario was created for the contamination of personal care products in the sampling area. The potential toxic effects of the presence of personal care products in non-toxic concentrations in aquatic areas have been tried to be determined with different scenarios. Thus, the body lotion and baby shampoo were applied to surface water samples diluted at the specified rate.

water, it was slightly toxic (Class 2) for station 1 and station 2 when applied to surface water. In addition, baby shampoo application to surface waters changed the toxicity class of the station 2 (from Class 1 to Class 2). The baby shampoo was practically non-toxic only for station 3.

CONCLUSION

To our knowledge, this is the first study to examine PEGs, which are known to be non-toxic, in natural waters. This study proves the non-toxic feature of only PEGs (600, 1500, 2000, 6000 and 10000) on were on *D. magna*. In summary, PEGs are non-toxic, but PEGs are not used alone in PCPs. Different chemical structures (mists and sulfate structures) contained in PEG-containing products may cause toxicity. In particular, structures that are toxic, carcinogenic to the environment and public health should be strictly excluded from PCPs formulations of these products. To conclude, even specific assessments on each chemical mixture do not mean that those personal

care products are completely safe for the environment. When the personal care products including these liquid plastics, which are found to have non-toxicity characteristics, it is obvious that different toxic effects can emerge apart from the individual toxicity.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors specially thank Seda AKBULUT, Merve VARBİL, Görkem SANDIKCI, Nilay ELMACIOĞLU and Vedat ELLİALTI for their excellent technical assistance and cooperation. This study was supported by the Scientific Research Project Coordination Unit of Istanbul University-Cerrahpaşa, Project Number: FBA-2018-32551.

REFERENCES

- Brausch, J.M. & Rand, G.M. (2011).** A review of personal care products in the aquatic environment: Environmental concentrations and toxicity. *Chemosphere*, **82**(11), 1518-1532. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2010.11.018](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.11.018)
- Cheung, P.K. & Fok, L. (2016).** Evidence of microbeads from personal care product contaminating the sea. *Marine Pollution Bulletin*, **109**(1), 582-585. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2016.05.046](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.046)
- CIR Expert Panel. (2004).** Final report of the amended safety assessment of PEG-5, -10, -16, -25, -30, and -40 soy sterol. *International Journal of Toxicology*, **23**, 23-47.
- Çetinkaya Karafakı, F. (2018).** İlaç, kozmetik ve kişisel bakım ürünleri atıklarının çevre üzerine etkileri ve AB Ülkelerinin ve Türkiye'nin bakış açısı. *Journal of Disaster and Risk*, **1**(1), 63-71. (in Turkish).
- Daughton, C.G. & Ternes, T.A. (1999).** Pharmaceutical sand personal care products in the environment: Agents of subtlechange? *Environmental Health Perspectives*, **107**(6), 907-938. DOI: [10.1289/ehp.99107s6907](https://doi.org/10.1289/ehp.99107s6907)
- Duis, K. & Coors, A. (2016).** Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: Sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental Sciences Europe*, **28**(2), 1-25. DOI: [10.1186/s12302-015-0069-y](https://doi.org/10.1186/s12302-015-0069-y)
- EPA. (1991).** *Short Term Methods for Estimating The Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Fresh Organisms*; U.S Environmental Protection Agency, U.S. Army Corps of Engineers, Washington.
- FDA (Food and Drug Administration). (2019).** <https://www.fda.gov/>. (20 August 2019).
- Fruijtier-Pölloth, C. (2005).** Safety assessment on polyethylene glycols (PEGs) and their derivatives as used in cosmetic products. *Toxicology*, **214**, 1-38. DOI: [10.1016/j.tox.2005.06.001](https://doi.org/10.1016/j.tox.2005.06.001)
- GESEAMP. (2002).** MO/FAO/UNESCO±IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. https://www.jodc.go.jp/info/ioc_doc/GESAMP/GESAMP64.pdf. (6 June 2019).
- Hernandez, L.M., Yousefi, N. & Tufenkji, N. (2017).** Are the nanoplastics in your personal care products? *Environmental Science & Technology Letters*, **4**(7), 280-285. DOI: [10.1021/acs.estlett.7b00187](https://doi.org/10.1021/acs.estlett.7b00187)
- Imhof, H.K., Rusek, J., Thiel, M., Wolinska, J. & Laforsch, C. (2017).** Do microplastic particles affect *Daphnia magna* at morphological, life history and molecular level? *PloSone*, **12**(11), e0187590. DOI: [10.1371/journal.pone.0187590](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187590)
- Jang, H.J., Shin, C.Y. & Kim, K.B. (2015).** Safety evaluation of polyethyleneglycol (PEG) compounds for cosmetic use. *Toxicological Research*, **31**(2), 105.
- Kalčíková, G., Alič, B., Skalar, T., Bundschuh, M. & Gotvajn, A.Ž. (2017).** Wastewater treatment plant effluents as source of cosmetic polyethylene microbeads to freshwater. *Chemosphere*, **188**, 25-31. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2017.08.131](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.08.131)
- Kim, J.W., Ishibashi, H., Yamauchi, R., Ichikawa, N., Takao, Y., Hirano, M., Koga, M. & Arizono, K. (2009).** Acute toxicity of pharmaceutical and personal care products on freshwater crustacean (*Thamnophilus platyuru*) and fish (*Oryzias latipes*). *The Journal of Toxicological Sciences*, **34**(2), 227-232. DOI: [10.2131/jts.34.227](https://doi.org/10.2131/jts.34.227)
- Lanigan, R.S. & Yamarik, T.A. (2001).** Cosmetic Ingredient Review Expert Panel, Final report on the safety assessment of PEG-6, -8, and -20 sorbitanbeeswax. *International Journal of Toxicology*, **20**, 27-38.
- Lei, K., Qiao, F., Liu, Q., Wei, Z., Qi, H., Cui, S., Yue, X., Deng, Y. & An, L. (2017).** Microplastics releasing from personal care and cosmetic products in China. *Marine Pollution Bulletin*, **123**(1-2), 122-126. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.09.016](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.016)
- Lessard, R.R. & DeMarco, G. (2000).** The significance of oil spill dispersants. *Spill Science & Technology Bulletin*, **6**(1), 59-68. DOI: [10.1016/S1353-2561\(99\)00061-4](https://doi.org/10.1016/S1353-2561(99)00061-4)
- Liu, J.L. & Wong, M.H. (2013).** Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs): A review on environmental contamination in China. *Environment International*, **59**, 208-224. DOI: [10.1016/j.envint.2013.06.012](https://doi.org/10.1016/j.envint.2013.06.012)
- Martins, J., Teles, L.O. & Vasconcelos, V. (2007).** Assays with *Daphnia magna* and *Danio rerio* as alert systems in aquatic toxicology. *Environment International*, **33**(3), 414-425. DOI: [10.1016/j.envint.2006.12.006](https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.12.006)
- OECD. (2004).** Guideline 202: *Daphnia* sp. Acute Immobilisation Test, Adopted 14 April 2004. OECD Guideline for the Testing of Chemicals. Organisation for Economic Cooperation and Development, France.
- Pablos, M.V., García-Hortigüela, P. & Fernández, C. (2015).** Acute and chronic toxicity of emerging

contaminants, alone or in combination, in *Chlorella vulgaris* and *Daphnia magna*. *Environmental Science and Pollution Research*, **22**(7), 5417-5424.

Sivri, N., Seker, D.Z., Balkis, N. & Zan, A. (2012). Analysis of chlorophyll-a distribution on the south-western coast of Istanbul during 2008-2010 using GIS. *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, **21**(11), 3233-3242. DOI: [10.1371/journal.pone.0187590](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187590)

Smyth, H.F., Carpenter, C.P. & Weil, C.S. (1950). The toxicology of the polyethylene glycols. *Journal of the American Pharmaceutical Association (Scientific ed.)*, **39**(6), 349-354.

Sönmez, V.Z., Sivri, N. & Dökmeçi, A.H. (2016). Determination of The Toxicity of Different Discharge Waters using Acute Toxicity Tests Approved for National Pollutant Discharge Permit in Turkey. *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, **13**(2), 1-8. DOI: [10.13005/bbra/2076](https://doi.org/10.13005/bbra/2076)

Ustabasi, G.S. & Baysal, A. (2019). Occurrence and risk assessment of microplastics from various toothpaste. *Environmental Monitoring and Assessment*, **191**(7), 438.

Wardrop, P., Shimeta, J., Nugegoda, D., Morrison, P.D., Miranda, A., Tang, M. & Clarke, B.O. (2016). Chemical pollutants sorbed to ingested microbeads from personal care products accumulate in fish. *Environmental Science & Technology*, **50**(7), 4037-4044. DOI: [10.1021/acs.est.5b06280](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06280)

Wells, P.G. (1984). The toxicity of oil spill dispersants to marine organisms: A current perspective. In: Allen, T.E. (Ed.), *Oil Spill Chemical Dispersants: Research, Experience, and Recommendations*, STP 840 (American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA).

WPCIMSA (2009). *Water Pollution Control Instruction Methods of Sampling and Analysis*, No:27372-Government Gazette of Republic of Turkey.



Kent Parklarında Kullanılan Ağaç Türlerinin Sağladığı Ekosistem Hizmetleri: Rize Mesut Yılmaz (Sahil) Parkı Örneği

Derya SARI^{1*} Uğur KURT² Yağmur RESNE² Ömer Lütfü ÇORBACI³

¹Artvin Çoruh Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Artvin, Türkiye

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara, Türkiye

³Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Rize, Türkiye

Geliş/Received: 28.07.2020

Kabul/Accepted: 24.09.2020

Atf yapmak için: Sari, D., Kurt, U., Resne, Y. & Çorbacı, Ö.L. (2020). Kent Parklarında Kullanılan Ağaç Türlerinin Sağladığı Ekosistem Hizmetleri: Rize Mesut Yılmaz (Sahil) Parkı Örneği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 541-550.

How to cite: Sari, D., Kurt, U., Resne, Y. & Çorbacı, Ö.L. (2020). Ecosystem Services Provided by Tree Species Used in Urban Parks: case of Rize Mesut Yılmaz (Coast) Park. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 541-550.

*ID: <https://orcid.org/0000-0001-9440-7343>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-1507-4980>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-2289-495X>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8763-3163>

***Sorumlu yazarın:**

Derya SARI
Artvin Çoruh Üniversitesi, Sanat ve Tasarım
Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 08200,
Arhavi, Artvin
✉: deryasari@artvin.edu.tr
Cep telefonu : +90 (530) 956 26 64
Telefon : +90 (466) 215 34 63
Faks : +90 (466) 215 10 55

Öz: Ekosistem hizmetleri, insanlara gıda ve sudan rekreasyon ve iklim düzenlemesine kadar uzanan doğal sistemler tarafından sağlanan faydalardır. Dolayısıyla bu faydalardan insanların en verimli şekilde yararlanabilmesi, biyoçeşitliliği destekleyen ve yeşil altyapılar için önemli bir bileşen olan parklar ve kentsel yeşil alanların doğru stratejiler ile planlanmasına bağlıdır. Bu çalışma kapsamında, kent parklarında kullanılan ağaç türlerinin sağladığı ekosistem hizmetleri ele alınmaktadır. Bu bağlamda Rize il merkezinde yer alan Mesut Yılmaz (Sahil) Parkı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Park içerisinde yapılan yerinde gözlem ve inceleme sonucunda alanda 71'i ağaç ve ağaççık olmak üzere toplam 138 takson varlığı belirlenmiştir. Tespit edilen ağaç türleri bulunma oranlarına göre kümeleme analizine tabi tutularak alanda en çok kullanılan tür grupları belirlenmiştir. Buna göre ilk grupta yer alan 12 adet ağaç türünün sağladığı başlıca yararlar (sosyal, estetik, iklimsel-fiziksel, biyolojik ve ekonomik yararlar) ve ekosistem hizmetleri (tedarikçi, düzenleyici, habitat ve kültürel servisler) genel değerlendirme tablosunda ortaya konularak irdelenmiştir. Odunsu peyzaj bitkileri, hava kalitesinin iyileştirilmesi, kültürel ve estetik değeri artırma, biyolojik çeşitlilik potansiyeli, karbon tutumu, enerji tasarrufu ve mikro klima düzenlemesi, insan sağlığının iyileştirilmesi, gürültüyü azaltma ve yağmur suyu yönetimi gibi birçok değerli ekosistem hizmeti sunmaktadır. Kurakçıl tasarımlar, yeşil çatılar ve dikey bahçeler gibi konseptlerin yanı sıra kent parklarının bitkilendirme tasarımı stratejilerinin de ekosistem hizmetlerini destekleyici yönde geliştirilmesi ve uygulamalarda bu hususlara dikkat edilmesi önemli bir gerekliliktir.

Anahtar kelimeler: Bitkisel tasarım, Ekosistem servisleri, Kent ağaçları, Kent parkları, Rize.

Ecosystem Services Provided by Tree Species Used in Urban Parks: case of Rize Mesut Yılmaz (Coast) Park

Abstract: Ecosystem services are the benefits provided to people by natural systems ranging from food and water to recreation and climate regulation. Therefore, the most efficient use of these benefits depends on the right planning strategies for parks and urban green spaces, which support biodiversity and are an important component for green infrastructures. The present study aimed to investigate the ecosystem services provided by tree species used in urban parks. In this context, Mesut Yılmaz (Sahil) Park, located in the city center of Rize, was chosen as the study area. As a result of the on-site observation and investigation carried out in the park, a total of 138 taxa, 71 of which were trees and small trees, were identified. The species detected in the park area grouped by hierarchical cluster analysis. Thus, the main benefits (social, aesthetic, climatic-physical, biological and economic benefits) and ecosystem services (supplier, organizer, habitat and cultural services) provided by the 12 tree species in the first group were examined in the evaluation table. Woody plants offer many valuable ecosystem services such as improving air quality, increasing cultural and aesthetic value, potential for biodiversity, carbon capture, energy saving and microclimate conditioning, improving human health, noise reduction and rainwater management. It is an important requirement to develop planting design strategies of urban parks in a way that supports ecosystem services and to pay attention to these issues in applications.

***Corresponding author's:**

Derya SARI
Artvin Çoruh University, Faculty of Art and
Design Landscape Architecture Department,
08200, Arhavi, Artvin
✉: deryasari@artvin.edu.tr
Mobile telephone : +90 (530) 956 26 64
Telephone : +90 (466) 215 34 63
Fax : +90 (466) 215 10 55

Keywords: Ecosystem services, Planting design, Rize, Urban parks, Urban trees.

GİRİŞ

Hızlı kentleşme, doğal ekosistemleri tahrip ederek kırsal ve kentsel alanların çevresel kalitesini düşürmektedir (Alberti & Marzluff, 2004; Roy, vd., 2012). Bununla birlikte kentsel alanlarda artan nüfusun bir sonucu olarak nitelikli açık yeşil alanların azalması, bu alanların desteklediği ekosistem hizmetlerinin iyileştirilmesini giderek artan bir ihtiyaç haline getirmektedir.

Kentsel ekosistem kavramını basit bir şekilde tanımlamak gerekirse, sokak ağaçları ve göletler de dâhil olmak üzere kentlerde yer alan tüm doğal yeşil ve mavi alanlar kentsel ekosistemin bir parçasıdır (Bolund & Hunhammar, 1999). Ekosistem hizmetleri (servisleri) ise, Costanza vd. (1997) tarafından “insan nüfusunun doğrudan veya dolaylı olarak ekosistem fonksiyonlarından elde ettiği fayda” olarak tanımlanmakta olup çeşitli kategorileri bulunmaktadır (Tablo 1). Bu ekolojik hizmetlerin bir kısmı insanlar tarafından doğrudan tüketilmemektedir, ancak ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından bu hizmetlere ihtiyaç duyulmaktadır (Bolund & Hunhammar, 1999).

Tablo1. Ekosistem servislerinin sınıflandırılması (TEEB 2010).
Table 1. Classification of ecosystem services (TEEB 2010).

Servis tipi	Servisler
Tedarikçi Servisler	Gıda ve lifli ürünler Ham materyaller Temiz su Genetik kaynaklar Tıbbi kaynaklar Dekoratif kaynaklar
Düzenleyici Servisler	Yerel iklim ve hava kalitesini düzenleme Karbon tutumu ve depolanması Ekstrem olayların kontrolü Su ve katı atık artıma Erozyon önleme ve toprak verimliliğinin korunması Tozlaşma Biyolojik kontrol
Habitat veya Destekleyici Servisler	Türler için habitatlar oluşturma Biyoçeşitlilik ve Genetik çeşitliliğin korunması Besin ve Su döngüsü, Fotosentez Toprak formasyonu
Kültürel Servisler	Rekreasyon ve Turizm için olanaklar Kültür, sanat ve tasarım için estetik takdir ve ilham Estetik bilgi Manevi deneyim ve mekan duygusu Bilişsel gelişim bilgisi

Kentsel alanlarda bulunan tüm ağaçlar, çalılar ve yer örtücüler kentsel floranın bir parçasıdır ve bu flora kentsel park sistemlerini, doğal alanları ve sokak ağaçlarının yanı sıra konutların etrafındaki bitki türlerini bile içermektedir (Kim, 2016). Ağaçlar, birçok ekosistem hizmeti sağlamakla birlikte şehir sakinleri için sosyo-kültürel faydalar da sağlamaktadırlar (Nowak & Dwyer, 2007). Bununla birlikte büyük ağaçların küçük ağaçlara oranla, hava kirliliğinin giderilmesi, karbon tutulması ve depolanması, enerji tasarrufu, yağışların önlenmesi, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve iklim değişikliğine adaptasyon gibi daha fazla ekosistem hizmetleri sağladığı bilinmektedir (Rosenthal, 2008).

Literatürde bitkilerin sağladığı faydalar birçok sınıflandırma altında toplanabilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma bakımından bu faydalar üç temel unsura göre gruplandırılabilir (Laille, vd., 2013): insanlara (insan sağlığı ve refahı, sosyal uyum, kimlik), ekolojik ve doğal dengeye (biyolojik çeşitlilik, ısı düzenleme, hava kalitesi, su drenajı ve toprak korunması) ve ekonomiye (yapılı çevrenin optimize edilmesi, bitkisel ürünlerin kullanılması, kentsel tarım, bölgesel çekicilik) yönelik faydalar. Buna benzer şekilde kent vejetasyonunun sağladığı faydalar ise aşağıdaki gibi üç temel başlık altında sıralanabilmektedir (Torbay, 2013):

Çevresel faydalar; Bölgedeki ekstrem sıcaklığı azaltır (kentsel ısı adası etkisi, karbon dioksit seviyesini dengeleme), yaz aylarında sokakları ve binaları serinletir ve gölge sağlar, toz ve partikülleri azaltarak hava kalitesini iyileştirmeye yardımcı olur, binaların çevresel performansını iyileştirir, sesi absorbe ederek veya yönünü değiştirerek trafik gürültüsünü azaltır, bölgedeki rüzgarın hızını azalmaya yardımcı olur, biyoçeşitliliği artırır, yaban hayatı için barınak ve yiyecek sağlar, toprağı iyileştirmeye yardımcı olur, ani taşkınlar ve selin etkilerini azaltır.

Sosyal faydalar; Kentsel çevrenin kalitesini ve algılanmasını iyileştirir, toplumun odak noktalarını ve sembol bağlantılarını oluşturur, yerel kimlik hassasiyeti yaratır, kamu itibarına daha fazla saygı kazandırarak toplumların sosyal olarak faydasını artırır, hem fiziksel hem de zihinsel sağlık ve refah üzerinde olumlu etki sağlar, suçların azalması konusunda olumlu etki sağlar, kent nüfusunun sağlığını geliştirir, kültürel ve estetik değer katar.

Ekonomik faydalar; Konut ve ticari mülk değerlerini %7 ile %15 arasında artırma potansiyeline sahiptirler, binaların çevresel performansını ve dolayısıyla ısıtma ve soğutma maliyetlerini azaltarak ekonomik performansı iyileştirirler, gelişmekte olan alanlar için olgun manzaralar oluşturarak değer sağlarlar, zaman içerisinde büyüdükleri için büyüklükleriyle orantılı olarak emlak değerinin kıymetini attırmaya yardımcı olurlar, planlama izinlerinin güvenceye alınma ihtimalini artırırlar, kentsel nüfusun sağlığını iyileştirir, böylece sağlık hizmeti maliyetlerini azaltırlar, potansiyel olarak uzun vadeli yenilenebilir enerji kaynağı sağlarlar, değerli kereste kaynakları sağlarlar.

Kentsel ağaçlandırma girişimleri, kentsel alanların iklim değişikliğine uyum sağlaması ve azaltılması, kentsel sürdürülebilirliği artırması, insan sağlığını ve refahını iyileştirmesi için bir planlama aracı olarak aktif bir şekilde desteklenmektedir (Salmond, vd., 2016). Dolayısıyla kentsel alanlarda kullanılan odunsu bitkiler bu kapsamda önemli roller üstlenmektedirler. Ancak günümüzde tasarlanan kent parklarında kullanılan birçok bitki türü çoğunlukla egzotik süs bitkilerinden oluşmaktadır. Bu türlerin yerel koşullara adapte olabilme yeteneği, sürdürülebilirliği ve sağladıkları

ekosistem hizmetleri ile yeşil altyapıları destekleme değeri üzerine çalışmalar yeterli değildir. Buradan hareketle bu çalışmada, kent ağaçlarının sağladığı faydaların ve dolayısıyla potansiyel ekosistem hizmetlerinin bir kent parkı örneğinde incelenerek ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanı: Çalışmanın materyalini Rize kent merkezi sahil kıyısında yer alan Mesut Yılmaz (Sahil) Parkı içerisindeki bitki türleri oluşturmaktadır. 1995 yılında yapılmış olan bu park yaklaşık 5.5 hektar bir alana sahiptir. Park alanının kuzeyi Karadeniz, güneyi ise Karadeniz sahil yolu (Samsun-Hopa karayolu) ile sınırlıdır (Şekil 1). Şehir merkezine yaklaşık 2 km uzaklıkta olduğu için parka ulaşılabilirlik kolaydır. Rize ili iklim özellikleri bakımından yazları serin, kışları ılıman ve her mevsimi yağışlı bir özellik göstermektedir. Elli yıl boyunca yapılan rasat sonuçlarına göre Rize'nin yıllık sıcaklık ortalaması 14,1 C°'dir (ÇDR, 2019). Sahip olduğu subtropikal iklim özellikleri nedeniyle Rize ili kentsel dokusunda doğal bitkilerin yanı sıra birçok egzotik süs bitkisi de kullanılabilir. Bu nedenle kentsel yeşil alanlarda floristik çeşitlilik dikkat çekmektedir.



Şekil 1. Mesut Yılmaz (Sahil) Parkı konumu, Rize, Türkiye
Figure 1. Mesut Yılmaz (Sahil) Park location, Rize, Turkey

Metot: Çalışmanın ilk aşamasında yapılan literatür araştırmaları sonucunda bitkilerin sağladığı ekosistem hizmetlerinin aynı zamanda bitkilerin sağladığı yararlar ile yakından ilişkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle bitkilerin sağladığı yararlar için sosyal, estetik, iklimsel-fiziksel, biyolojik ve ekonomik olmak üzere 5 ana başlık ve 20 alt başlıktan oluşan değerlendirme kriterleri belirlenmiştir (Çetinkaya & Uzun, 2014; Gómez-Baggethun, vd., 2013; Laille, vd., 2013; Roy, vd., 2012; Torbay, 2013). Ancak park alanlarında ve kentsel alanlarda kullanılan bitkilerin faydalarının yanı sıra bazı zararları da olabileceğinden dolayı (Jianan, vd., 2007) bunlara ilişkin de bir değerlendirme kriteri çalışmaya eklenmiştir. Buna göre çalışma kapsamında belirlenen değerlendirme kriterleri aşağıda sıralanmaktadır:

Sosyal yararlar: Rekreasyon ve eğitim faaliyetleri için olanak sağlama, çevre kalitesinin artmasına katkı, kent insanının fiziksel ve ruhsal sağlığına katkı, tarihi ve sembolik önemi olma, kentsel kimliğe katkı.

Estetik yararlar: Farklı renk, doku, form ve sıklıkta bitki örtüsü ile estetik değer oluşturma, mevsimsel geçişleri izleme potansiyeli, mekan duygusu oluşturma, görsel kalitenin artmasına katkı.

İklimsel ve fiziksel yararlar: Mikro iklim yaratma, toz tutma ve hava kirliliğini azaltma, gürültü kontrolü, erozyon kontrolü, rüzgar kontrolü.

Biyolojik yararlar: Kentsel çevrede türler için habitat oluşturma, kelebek-kuş-arı çekme, toprağı iyileştirme.

Ekonomik yararlar: Turizm için olanak oluşturma, yakın çevre arazisinin değerinin artmasına katkı, ekonomik değeri olma (tıbbi-aromatik değer, yenilebilir özellik, diğer kullanımlar).

Zararlar: İstilacı olma, zehirli özellik taşıma, alerjen özellik taşıma, kök zararı (kaldırım ve drenaj sistemleri için).

Çalışmanın ikinci aşamasında yerinde tespit, gözlem ve fotoğraflama yapılarak park alanındaki bitki taksonları ve bulunma adetleri kaydedilmiştir. Bununla birlikte çalışma alanında Çorbacı vd. (2019)'nın daha önce yapılmış oldukları bitki envanter çalışması sonuçlarından da faydalanılmıştır. Buna göre park alanında yaklaşık 138 adet taksonun bulunduğu belirlenmiştir. Daha sonra bitki taksonlarına ilişkin sayısal veriler Excel tablolarına işlenmiş ve ağaç/ağaççık türlerinin bulunma adetleri esas alınarak kümeleme (Hierarchical clustering) analizine tabi tutulmuştur. PAST 4.03 veri analiz yazılımı kullanılarak (Hammer, vd., 2001) elde edilen dendrograma göre 3 ana grup oluşmuştur. Bulunma oranı %20 ve üzeri olan 12 ağaç türü ise kümeleme analizinde ilk grubu oluşturmuştur. Dolayısıyla park sınırları içerisinde en fazla kullanılmış olan ağaç türleri bu şekilde gruplandırılmıştır.

Çalışmanın son aşamasında ise park alanlarında kullanılan ağaçların sağladığı faydalar ve zararlara yönelik değerlendirme kriterlerini içeren bir çizelge oluşturulmuştur. Buna göre 12 ağaç türünün sağladığı ekosistem hizmetleri değerlendirme çizelgesine işlenmiştir. Ağaç türlerine ilişkin detaylı bilgilere çeşitli basılı ve elektronik kaynaklardan ve bitki veri tabanlarından ulaşılmıştır (Akkemik, 2014; CABI, 2019; PFAF, 2019; Pollenlibrary, 2019; RHS, 2019).

BULGULAR

Çalışma kapsamında tespit edilen bitki türleri Tablo 2'de listelenmiştir. Buna göre Mesut Yılmaz (Sahil) Parkında 45 adet familyaya ait 138 tane takson bulunup, bunlardan 39 tanesi doğal, 68 tanesi egzotik, 24 tanesi egzotik-kültür, 4 tanesi doğal-kültür formu, 3 tanesi yarı doğallaşmış bitkidir (Şekil 2, 3).

Table 2. Mesut Yılmaz (Sahil) Parkında belirlenen takson listesi**Table 2.** Plant species list determined in the Mesut Yılmaz (Sahil) Park.

No	Bilimsel Adı	Kısaltmalar	Familyası	Türkçe Adı	Doğal/Egzotik
İBRELİ AĞAÇ VE AĞAÇKILAR					
1	<i>Cedrus libani</i> A.Rich.	Celi	Pinaceae	Lübnan Sediri	Doğal
2	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	Cede	Pinaceae	Himalaya Sediri	Egzotik
3	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray) Parl.	Chla	Cupressaceae	Lawson Yalancı Servisi	Egzotik
4	<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	Chpi	Cupressaceae	Sawara Yalancı Servisi	Egzotik
5	<i>Chamaecyparis pisifera</i> D. Don 'Boulevard'	ChpiB	Cupressaceae	Mavimsi Sawara Yalancı Servisi	Egzotik
6	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	Crja	Cupressaceae	Japon Kadife Çamı	Egzotik
7	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don 'Elegans'	CrjaE	Cupressaceae	Bronz Japon Kadife Çamı	Egzotik
8	<i>Cupressocyparis leylandii</i> (A.B.Jacks. & Dallim.) Dallim.	Cule	Cupressaceae	Leylandi Servisi	Egzotik
9	<i>Cupressocyparis leylandii</i> (A.B.Jacks. & Dallim.) Dallim. 'Variegata'	CuleV	Cupressaceae	Alacalı Leylandi Servisi	Egzotik-Kültür
10	<i>Cupressus arizonica</i> Greene	Cuar	Cupressaceae	Arizona Servisi	Egzotik
11	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.	Cuma	Cupressaceae	Limoni Servi	Egzotik
12	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. 'Goldcrest'	CumaG	Cupressaceae	Altuni Limoni Servi	Egzotik-Kültür
13	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cuse	Cupressaceae	Mezarlık Servisi	Doğal
14	<i>Juniperus virginiana</i> L.	Juvi	Cupressaceae	Kuşun Kalem Ardıcı	Egzotik
15	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst. (syn. <i>Picea excelsa</i> L.)	Piab	Pinaceae	Avrupa Ladini	Egzotik
16	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm.	Pior	Pinaceae	Doğu Karadeniz Ladini	Doğal
17	<i>Pinus nigra</i> Lamb.	Pini	Pinaceae	Kara Çam	Doğal
18	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	Pipi	Pinaceae	Sahil Çamı	Egzotik
19	<i>Pinus pinea</i> L.	Pipin	Pinaceae	Fıstık Çamı	Doğal
20	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl.	Sese	Cupressaceae	Sahil Mamut Ağacı	Egzotik
21	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	Palor	Cupressaceae	Doğu Mazısı	Egzotik
22	<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Pyramidalis Aurea'	ThocP	Cupressaceae	Altuni Pramit Batı Mazısı	Egzotik-Kültür
İBRELİ ÇALILAR					
1	<i>Juniperus chinensis</i> L. 'Pfitzeriana Glauca'	JuchP	Cupressaceae	Mavi Yap. Çin Ardıcı	Egzotik-Kültür
2	<i>Juniperus communis</i> L. 'Hibernica'	JucoH	Cupressaceae	Sütün Yaygın Ardıç	Doğal-Kültür
3	<i>Juniperus horizontalis</i> Moench	Juho	Cupressaceae	Yayılcı Ardıç	Egzotik
4	<i>Juniperus sabina</i> L.	Jusa	Cupressaceae	Sabin Ardıcı	Doğal
5	<i>Juniperus sabina</i> L. 'Tamariscifolia'	JusaT	Cupressaceae	Yayılcı Sabin Ardıcı	Doğal-Kültür
6	<i>Juniperus squamata</i> Buch.-Ham ex D. Don 'Blue Carpet'	JusqB	Cupressaceae	Pulsu Ardıç/Mavi Kilim Ardıcı	Egzotik-Kültür
7	<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Aurea'	ThocA	Cupressaceae	Altuni Batı Mazısı	Egzotik-Kültür
8	<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Rheingold'	ThocR	Cupressaceae	Sarı Alacalı Batı Mazısı	Egzotik-Kültür
9	<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Smaragd'	ThocS	Cupressaceae	Smaragd, Batı Mazısı	Egzotik-Kültür
10	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco 'Pramidalis Aurea'	PlorP	Cupressaceae	Piramidal Sarı Alacalı Yap. Doğu Mazısı	Egzotik-Kültür
GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇ VE AĞAÇKILAR					
1	<i>Acacia dealbata</i> L.	Acde	Leguminosae	Mimoza/ Gümüşü Akasya	Egzotik
2	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Aehi	Sapindaceae	At Kestanesi	Doğal
3	<i>Acer negundo</i> L.	Acne	Aceraceae	Dışbudak Yap. Akçaağaç	Egzotik
4	* <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	Aial	Simaroubaceae	Kokar ağaç	Egzotik (Yarı Doğal / Doğallaşmış)
5	<i>Betula pendula</i> Roth (syn <i>Betula pubescens</i> Ehrh./ <i>Betula verrucosa</i> Ehrh.)	Bepe	Betulaceae	Siğili Huş	Doğal
6	<i>Carpinus betulus</i> Mill.	Cabe	Betulaceae	Yaygın Gürgen	Doğal
7	<i>Citrus japonica</i> Thunb.	Cija	Rutaceae	Kamkat	Egzotik
8	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Cili	Rutaceae	Limon	Egzotik
9	<i>Cordyline australis</i> (G.Forst.) Endl.	Coau	Asparagaceae	Kordilin	Egzotik
10	<i>Cordyline indivisa</i> (G.Forst.) Endl. (Syn. <i>Dracena indivisa</i> G. Forst.)	Coin	Asparagaceae	Drasena/Kardeş Kanı	Egzotik
11	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	Cyob	Rosaceae	Ayva	Egzotik
12	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Erja	Rosaceae	Yeni dünya/Malta Eriği	Egzotik
13	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn.	Euca	Myrtaceae	Okalptüs	Egzotik
14	<i>Fagus sylvatica</i> L. 'Atropurpurea'	Fasy	Fagaceae	Kırmızı Yap. Avrupa Kayını	Egzotik-Kültür
15	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Frex	Oleaceae	Yaygın Dışbudak	Doğal
16	<i>Ficus carica</i> L.	Fica	Moraceae	İncir	Doğal
17	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Lain	Lythraceae	Oya Ağacı	Egzotik
18	<i>Ligustrum vulgare</i> L. 'Aurea'	Livu	Oleaceae	Sarı Alacalı Yaygın Kurtbağrı	Egzotik-Kültür
19	<i>Magnolia figo</i> (Lour.) DC	Mafi	Magnoliaceae	Muz Çalısı	Egzotik
20	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	Magr	Magnoliaceae	Büyük Çiçekli Manolya	Egzotik
21	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod.	Maso	Magnoliaceae	Yaprak Döken Manolya	Egzotik
22	<i>Malus floribunda</i> Siebold ex Van Houtte	Mafl	Rosaceae	Süs Elması	Egzotik
23	<i>Morus alba</i> L.	Moal	Moraceae	Ak Dut	Egzotik
24	<i>Morus nigra</i> L. 'Pendula'	Moni	Moraceae	Ters Aşılı Kara Dut	Egzotik-Kültür
25	<i>Paulownia tomentosa</i> Steud.	Pato	Paulowniaceae	Kral Ağacı	Egzotik
26	<i>Pittosporum tobira</i> Thunb. Ait.	Pito	Pittosporaceae	Yıldız Çalısı	Egzotik
27	<i>Platanus acerifolia</i> Willd.	Plac	Platanaceae	Akçaağaç Yap. Çınar	Egzotik-Kültür
28	<i>Platanus orientalis</i> L.	Plor	Platanaceae	Doğu Çınarı	Doğal
29	<i>Populus alba</i> L.	Poal	Salicaceae	Ak Kavak	Doğal
30	<i>Populus nigra</i> L.	Poni	Salicaceae	Kara Kavak	Doğal
31	<i>Prunus avium</i> L.	Prav	Rosaceae	Kiraz	Doğal
32	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. 'Pissardii Nigra'	Prce	Rosaceae	Süs Eriği	Egzotik-Kültür
33	<i>Prunus domestica</i> L.	Prdo	Rosaceae	Erik Ağacı	Doğal
34	<i>Prunus laurocerasus</i> L.	Prla	Rosaceae	Karayemiş	Doğal
35	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Prpe	Rosaceae	Şeftali	Doğal
36	<i>Prunus serrulata</i> Lindl. 'Kanzan'	PrseK	Rosaceae	Süs Kirazı	Egzotik-Kültür
37	<i>Punica granatum</i> L.	Pugr	Punicaceae	Nar	Doğal
38	<i>Pyrus</i> sp.	Pysp	Rosaceae	Armut	Doğal
39	* <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Rops	Fabaceae / Leguminosae	Be yaz Çiçekli Yalancı Akasya	Egzotik (Yarı Doğal/Doğallaşmış)
40	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. 'Umbraculifera'	RopsU	Fabaceae / Leguminosae	Top Akasya	Egzotik-Kültür
41	<i>Salix babylonica</i> L.	Saba	Salicaceae	Salkım söğüt	Egzotik
42	<i>Salix caprea</i> L. 'Pendula'	Saca	Salicaceae	Salkım Keçi Söğüdü	Doğal-Kültür
43	<i>Salix nigra</i> Marshall	Sani	Salicaceae	Kara Söğüt	Egzotik
44	<i>Tilia rubra</i> DC.	Tiru	Tiliaceae	Kafkas İhlamuru	Doğal
45	<i>Tilia tomentosa</i> Moench	Tito	Malvaceae	Gümüşü İhlamur	Doğal
GENİŞ YAPRAKLI ÇALILAR					
1	<i>Abelia x grandiflora</i> (Andre) Rehd.	Abgr	Caprifoliaceae	Abelya	Egzotik
2	<i>Azalea japonica</i> A.Gray	Azja	Ericaceae	Açelya	Egzotik
3	<i>Berberis vulgaris</i> L.	Bevu	Berberidaceae	Kadın Tuzluğu	Doğal
4	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Sheels (syn. <i>C. lanceolatus</i> DC)	Caci	Myrtaceae	Fırça Çalısı	Egzotik
5	<i>Camellia japonica</i> L.	Casi	Theaceae	Japon Kamelyası	Egzotik

Table 2. (Devamı) Mesut Yılmaz (Sahil) Parkında belirlenen takson listesi.**Table 2.** (Continued) Plant species list determined in the Mesut Yılmaz (Sahil) Park.

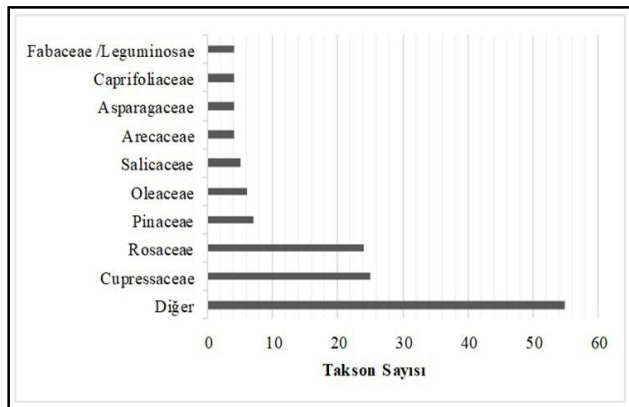
No	Bilimsel Adı	Kısalt-malar	Familiyası	Türkçe Adı	Doğal / Egzotik
GENİŞ YAPRAKLI ÇALILAR					
6	* <i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	Camsı	<i>Theaceae</i>	Çay	Egzotik (Yarı Doğal/Doğallaşmış)
7	<i>Chaenomeles japonica</i> Thunb./ <i>Cydonia japonica</i> Lindl.	Chja	<i>Rosaceae</i>	Japon Ayvası	Egzotik
8	<i>Cornus alba</i> L. 'Sibirica'	CoalS	<i>Cornaceae</i>	Süs Kızılcığı	Egzotik-Kültür
9	<i>Cortaderia selloana</i> Schult.	Cose	<i>Poaceae</i>	Pampas Otu	Egzotik
10	<i>Cotoneaster dammeri</i> Schn.	Coda	<i>Rosaceae</i>	Sürüncü Dağ Muşmulası	Egzotik
11	<i>Cotoneaster franchetti</i> Bois.	Cofr	<i>Rosaceae</i>	Sivri Yap. Dağ Muşmulası	Egzotik
12	<i>Cotoneaster horizontalis</i> C.K.Schneid	Coho	<i>Rosaceae</i>	Yayılıcı Dağ Muşmulası	Egzotik
13	<i>Cotoneaster lacteus</i> W.W.Sm.	Cola	<i>Rosaceae</i>	Büyük Yap. Dağ Muşmulası	Egzotik
14	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	Euja	<i>Celastraceae</i>	Japon Taflanı	Egzotik
15	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb. 'Aurea Variegata'	EujaA	<i>Celastraceae</i>	Altun Taflan	Egzotik-Kültür
16	<i>Euonymus japonicus</i> (Thunb.) 'Microphyllus'	EujaM	<i>Celastraceae</i>	Çıtır Taflan	Egzotik
17	<i>Fatsia japonica</i> Decne.	Faja	<i>Araliaceae</i>	Japon Aralyası	Egzotik
18	<i>Forsythia intermedia</i> Zabel	Foin	<i>Oleaceae</i>	Altın Çanak	Egzotik
19	<i>Gardenia jasminoides</i> J.Ellis	Gaja	<i>Rubiaceae</i>	Gardenya	Egzotik
20	<i>Grevillea juniperina</i> R. Br.	Grju	<i>Proteaceae</i>	Gravilla Çalısı	Egzotik
21	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	Hisy	<i>Malvaceae</i>	Mor Çiçekli Hatmi/ Ağaç Hatmi	Egzotik
22	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	Hyma	<i>Hydrangeaceae</i>	Büyük Yap. Ortanca	Egzotik
23	<i>Lantana camara</i> L.	Laca	<i>Verbenaceae</i>	Mine Çiçeği	Egzotik
24	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Laan	<i>Lamiaceae</i>	Lavanta	Doğal
25	<i>Ligustrum delavayanum</i> Har.	Lide	<i>Oleaceae</i>	Küçük Yap. Kurtbağı	Egzotik
26	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	Livu	<i>Oleaceae</i>	Yaygın Kurtbağı	Doğal
27	<i>Nandina domestica</i> Thunb.	Nado	<i>Berberidaceae</i>	Cennet Bambusu	Egzotik
28	<i>Nandina domestica</i> Thunb. 'Fire Power'	NadoF	<i>Berberidaceae</i>	Kırmızı Yap. Bodur Cennet Bambusu	Egzotik-Kültür
29	<i>Nerium oleander</i> L.	Neol	<i>Apocynaceae</i>	Zakkum	Doğal
30	<i>Photinia x fraseri</i> Dress. 'Red Robin'	PhfrR	<i>Rosaceae</i>	Alev Çalısı	Egzotik-Kültür
31	<i>Photinia x fraseri</i> Dress. 'Red Robin Nana'	PhfrRN	<i>Rosaceae</i>	Bodur Alev Çalısı	Egzotik-Kültür
32	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	Pyco	<i>Rosaceae</i>	Ateş Dikeni	Doğal
33	<i>Rhododendron ponticum</i> L.	Rhpo	<i>Ericaceae</i>	Mor Çiçekli Ormangülü	Doğal
34	<i>Rosa</i> sp.	Rosp	<i>Rosaceae</i>	Çalı Gül	Doğal
35	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Roof	<i>Lamiaceae</i>	Biberiye	Egzotik
36	<i>Spiraea x bumalda</i> Burv.	Spbu	<i>Rosaceae</i>	Pembe Çiçekli Keçi Sakalı/İspirya	Egzotik-Kültür
37	<i>Spiraea x vanhouttei</i> (Briot) Zabel	Spva	<i>Rosaceae</i>	Beyaz Çiçekli Keçi Sakalı/İspirya	Egzotik-Kültür
38	<i>Syringa vulgaris</i> L.	Syvu	<i>Oleaceae</i>	Yaygın Leylak	Egzotik
39	<i>Yucca filamentosa</i> L.	Yufl	<i>Asparagaceae</i>	Avize Çiçeği	Egzotik
40	<i>Viburnum tinus</i> L.	Viti	<i>Caprifoliaceae</i>	Defne Yap. Kartopu	Doğal
41	<i>Viburnum opulus</i> L.	Viop	<i>Adoxaceae</i>	Kartopu	Doğal
42	<i>Viburnum tinus</i> L. var. <i>lucidum</i>	VitiL	<i>Adoxaceae</i>	Parlak Yapraklı Kartopu	Doğal
43	<i>Weigela floribunda</i> (Sieb. & Zucc.) K. Koch.	Wefl	<i>Caprifoliaceae</i>	Vangelya	Egzotik
PALMIYELER					
1	<i>Phoenix canariensis</i> Hort.	Phca	<i>Arecaceae</i>	Yalancı Hurma	Egzotik
2	<i>Trachycarpus fortunei</i> (Hook.) H.Wendl.	Trfo	<i>Arecaceae</i>	Telli Palmiye	Egzotik
3	<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H.Wendl. ex de Bary	Wafi	<i>Arecaceae</i>	Çöl Palmiyesi	Egzotik
4	<i>Washingtonia robusta</i> H.Wendl.	Waro	<i>Arecaceae</i>	Meksika Yelpaze Palmiyesi	Egzotik
ÇOK YILLIKLAR					
1	<i>Canna x generalis</i> L.H. Bailey & E.Z. Bailey	Cage	<i>Cannaceae</i>	Kanna/Tesbih Çiçeği	Egzotik-Kültür
2	<i>Ophiopogon japonicus</i> Thunb.	Opja	<i>Asparagaceae</i>	Osmanlı Çimi	Egzotik
3	<i>Osteospermum ecklonis</i> (DC.) Norl.	Osec	<i>Compositae</i>	Bodrum Papatyası	Egzotik
4	<i>Phormium tenax</i> J.R.Forst. & G.Forst. 'Variegata'	PhiteV	<i>Xanthorrhoeaceae</i>	Alacalı Formium	Egzotik
5	<i>Primula vulgaris</i> Huds. 'Mix'	Prvu	<i>Primulaceae</i>	Çuha Çiçeği	Doğal-Kültür
6	<i>Tulipa</i> sp.	Tusp	<i>Liliaceae</i>	Lale	Doğal
SARILICI VE TIRMANICILAR					
1	<i>Vitis vinifera</i> L.	Vivi	<i>Vitaceae</i>	Üzüm/Asma	Doğal
2	<i>Lonicera caprifolium</i> L.	Loca	<i>Caprifoliaceae</i>	Bahçe Hanmelisi	Doğal
3	<i>Rosa</i> sp.	Rosp	<i>Rosaceae</i>	Sarılıcı Gül	Doğal
4	<i>Rubus fruticosus</i> L.	Rufr	<i>Rosaceae</i>	Böğürtlen	Doğal
5	<i>Rubus idaeus</i> L.	Ruid	<i>Rosaceae</i>	Ahududu	Doğal
6	<i>Trachelospermum jasminoides</i> (Lindl.) Lem.	Ttja	<i>Apocynaceae</i>	Arap Yasemini	Egzotik
7	<i>Wisteria sinensis</i> Sweet.	Wisi	<i>Fabaceae</i>	Mor Salkım	Egzotik
8	<i>Vinca major</i> L.	Vima	<i>Apocynaceae</i>	Büyük Yap. Cezayir Meneksesi	Doğal

*Bu taksonlar egzotik olmalarına rağmen Türkiye'de oldukça yaygın olarak kullanılmış olması ve istilacı özelliklerinden dolayı yarı doğal/doğallaşmış takson olarak kabul edilmektedirler.

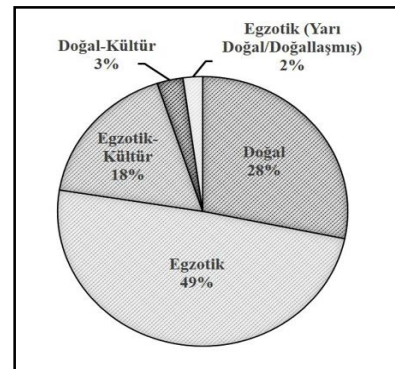
** Bu takson egzotik olmasına rağmen Türkiye ekonomisine büyük katkı sağladığından ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yoğun olarak kullanılması nedeniyle yarı doğal/doğallaşmış takson olarak kabul edilmektedirler.

* These taxa despite being quite common in Turkey and exotic as it used to because of the invasive properties of semi-natural / naturalized taxa are considered.

** This taxon exotic Although it provides a great contribution to Turkey's economy and that the Eastern Black Sea region due to the intensive use of semi-natural / naturalized taxa are considered.



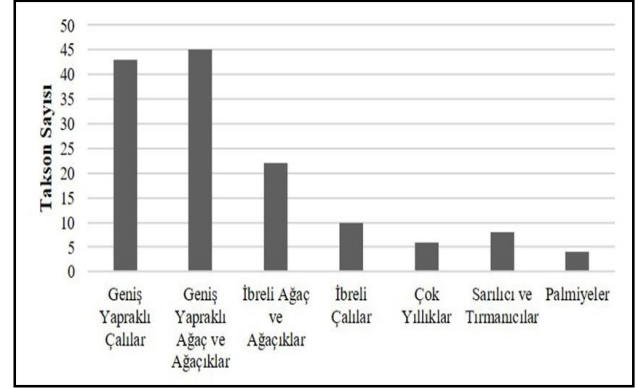
Şekil 2. Park alanında tespit edilen taksonların ailesi grupları.
Figure 2. Families of taxa that determined in the park area.



Şekil 3. Park alanında tespit edilen taksonların egzotik ve doğal olma oranları.

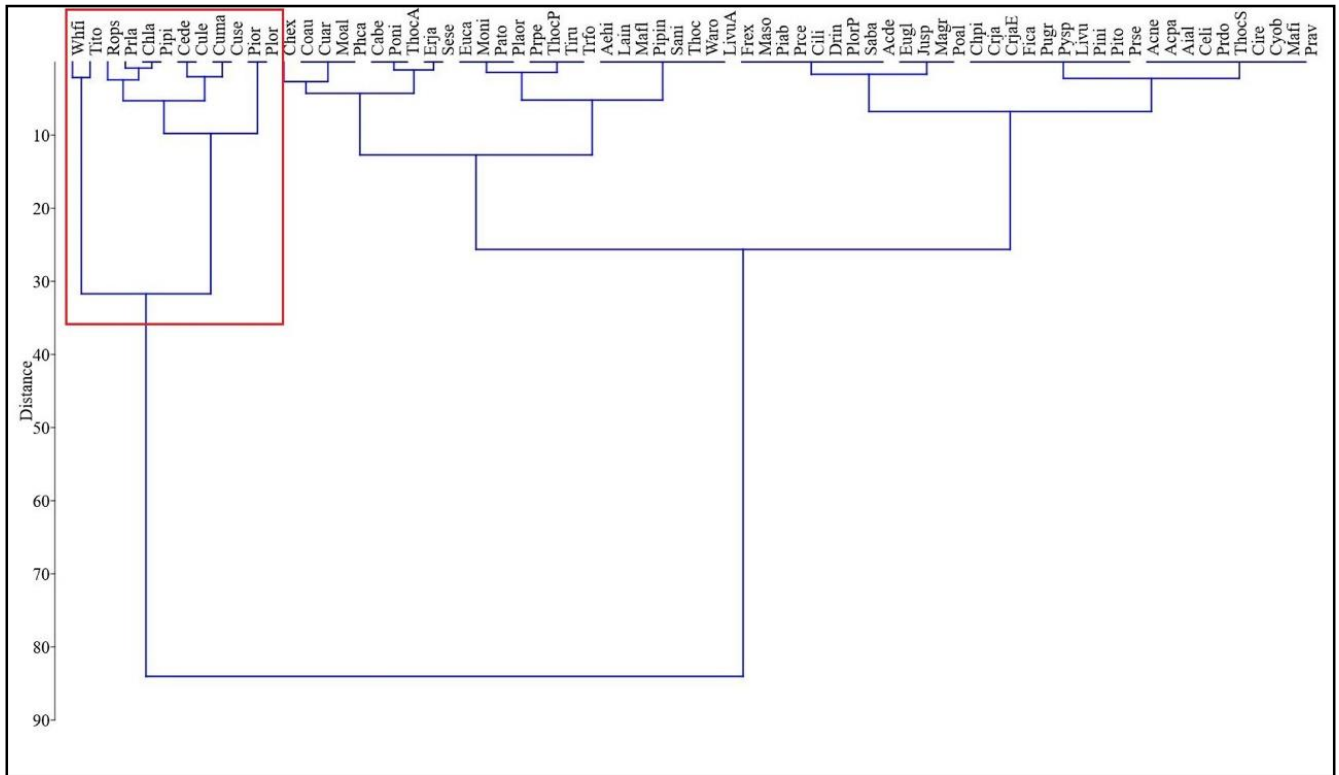
Figure 3. The rates of exotic and natural taxa determined in the park area.

Tür çeşitliliği olarak en fazla geniş yapraklı ağaç, ağaççık ve çalılar bulunmakta en az çeşitlilik ise palmiyelerde görülmektedir (Şekil 4). Park alanında tespit edilen ağaç ve ağaççık türü sayısı ise 71'dir. Bu bağlamda, kümeleme analizi sonucu oluşan dendrograma göre alanda en fazla kullanılan ağaç türleri ilk grupta yer alan *Washingtonia filifera*, *Tilia tomentosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Prunus laurocerasus*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Pinus pinaster*, *Cedrus deodara*, *Cupressocyparis x leylandii*, *Cupressus macrocarpa* 'Goldcrest', *Cupressus sempervirens*, *Picea orientalis*, *Platanus orientalis* taksonlardır (Şekil 5). Toplam 6 familya ait olan bu türlerin 9 tanesi herdem yeşil diğerleri ise yaprak dökendir ve 8 tanesi egzotik kökenlidir.



Şekil 4. Park alanında tespit edilen taksonların büyüme formlarına göre dağılımı.

Figure 4. Growth forms of taxa determined in the park area.



Şekil 5. Kümeleme analizi sonucu oluşan dendrogram (Ward's metodu, Euclidean indeksi).

Figure 5. Dendrogram of hierarchical clustering analysis (Ward's method, Euclidean index).

Belirlenen 12 ağaç türünün sağladığı yararlar bakımından değerlendirme çizelgesi incelendiğinde elde edilen bulgular şu şekildedir (Tablo 3).

Sosyal yararlar bakımından; rekreasyon ve eğitim faaliyetleri için olanak sağlama özelliğine sahip olan türler *Washingtonia filifera*, *Tilia tomentosa*, *Prunus laurocerasus*, *Pinus pinaster*, *Cupressus sempervirens*, *Picea orientalis*, *Platanus orientalis*'dir. Çevre kalitesinin artmasına katkı özelliğine sahip olan türler *Washingtonia filifera* ve *Robinia pseudoacacia* dışındaki tüm türlerdir. Nitekim *Robinia pseudoacacia*'nın park içerisinde dikim yapılmadığı alanlara şimdiden yayıldığı ve mevcut bitkisel tasarımı ve kullanım alanlarını etkilediği belirlenmiştir. Park alanındaki genel olarak tüm türler kent insanının

fiziksel ve ruhsal sağlığına katkı sağlamaktadır. Tarihi ve sembolik önemi olma özelliği *Cupressus sempervirens* ve *Platanus orientalis* için ön planda iken, kentsel kimliğe katkı özelliği Doğu Karadeniz için yöresel olan *Prunus laurocerasus*, *Picea orientalis* ve kısmen de *Tilia tomentosa* türleri için ön plandadır.

Estetik yararlar bakımından; farklı renk, doku, form ve sıklıkta bitki örtüsü ile estetik değer oluşturma özelliğine genel olarak tüm türler sahiptir. Ancak çalışma alanındaki bazı bitkilendirmelerde kompozisyon hatalarının olduğu ve bu nedenle bitki türlerinin karışık bir şekilde büyümek zorunda kaldıklarından form özelliklerini yeterince gösteremedikleri tespit edilmiştir. Mevsimsel geçişleri izleme potansiyeline sahip türler olarak *Platanus*

orientalis, *Robinia pseudoacacia* ve *Tilia tomentosa* belirlenmiştir. Bu türlerin sonbahar renklenmesi ve çiçeklenme özellikleri nedeniyle ibrelili türlere göre mevsimsel estetiği daha yüksektir. Mekan duygusu oluşturma özelliğine sahip olan türler olarak *Tilia*

tomentosa, *Robinia pseudoacacia* *Cedrus deodara*, *Pinus pinaster*, *Picea orientalis* ve *Platanus orientalis* belirlenmiştir. Görsel kalitenin artmasına katkı bakımından ise bütün türlerin etkili oldukları söylenebilir.

Tablo 3. Park alanında en fazla kullanılmış olan ağaç türlerinin sağladığı ekosistem hizmetleri.
Table 3. Ecosystem services provided by the most used tree species in the park area.

Özellikler	<i>Washingtonia filifera</i>	<i>Tilia tomentosa</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Prunus laurocerasus</i>	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Cedrus deodara</i>	<i>Cupressocyparis leylandii</i>	<i>Cupressus macrocarpa</i>	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Picea orientalis</i>	<i>Platanus orientalis</i>
Sosyal Yararlar	Rekreasyon ve eğitim faaliyetleri için olanak sağlama	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Çevre kalitesinin artmasına katkı	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Kent insanının fiziksel ve ruhsal sağlığına katkı	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Tarihi ve sembolik önemi olma									■		■
	Kentsel kimliğe katkı		■		■						■	
Estetik Yararlar	Farklı renk, doku, form ve sıklıkta bitki örtüsü ile estetik değer oluşturma	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Mevsimsel geçişleri izleme potansiyeli		■	■								■
	Mekan duygusu oluşturma		■	■		■	■				■	■
	Görsel kalitenin artmasına katkı	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
İklimsel ve Fiziksel Yararlar	Mikro iklim yaratma		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Toz tutma, hava kirliliğini azaltma	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Gürültü kontrolü		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Erozyon kontrolü			■			■			■		■
	Rüzgar kontrolü		■			■	■	■	■	■	■	■
Biyolojik Yararlar	Kentsel çevrede türler için habitat oluşturma	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Kelebek-kuş-arı çekme	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Toprağı iyileştirme			■			■					■
Ekonomik Yararlar	Turizm için olanak oluşturma											
	Yakın çevre arazisinin değerinin artmasına katkı											
	Ekonomik değeri olma (tıbbi-aromatik özellik, yenilebilir özellik, diğer kullanımlar)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Zararlı özellikler	İstilacı olma			■								
	Zehirli özellik taşıma			■	■							
	Alerjen özellik taşıma		■	■		■			■			■
	Kök zararı (kaldırım ve drenaj sistemleri)		■				■				■	■

İklimsel ve fiziksel yararlar bakımından; park alanındaki ağaç türlerinin genel olarak mikro iklim yaratma, gürültü kontrolü, toz tutma ve hava kirliliğini azaltma özelliklerine sahip oldukları söylenebilir. Tür bazında bu özelliklerin gerçekleşme oranları farklı olsa da genel olarak sağladıkları hizmetler olumludur. Erozyon kontrolü özelliği bakımından *Pinus pinaster*, *Platanus orientalis*, *Robinia pseudoacacia* ve *Cupressus sempervirens* türleri nispeten daha etkili iken, rüzgar kontrolü özelliği bakımından *Prunus laurocerasus*, *Robinia pseudoacacia* ve *Picea orientalis* dışındaki diğer türlerin daha etkili oldukları belirlenmiştir.

Biyolojik yararlar bakımından; kentsel çevrede türler için habitat oluşturma özelliğine genel olarak tüm türlerin katkı sağladığı söylenebilir. Kelebek, kuş, arı çekme özelliği bakımından, *Cedrus deodara*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Cupressus macrocarpa* 'Goldcrest' ve *Cupressus sempervirens* dışında tüm türlerin etkili olduğu, toprağı iyileştirme özelliği açısından ise *Pinus pinaster* ve *Robinia pseudoacacia*'nın etkili oldukları belirlenmiştir.

Ekonomik yararlar bakımından; çalışma alanındaki bitki türlerinin turizm için olanak oluşturma ve yakın çevre arazisinin değerinin artmasına katkı özellikleri, konu ile ilgili yeterli araştırma veya bulguya sahip olunmadığı için değerlendirilememiştir. Ekonomik değeri olma özelliği açısından türlerin bireysel özellikleri incelendiğinde, genel olarak her türün tıbbi-aromatik değeri olma, yenilebilir özellik taşıma veya diğer kullanım alanları bakımında çeşitli özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir.

Zararlı özellikleri bakımından incelendiğinde; *Robinia pseudoacacia*'nın istilacı olduğu, *Prunus laurocerasus* ve *Robinia pseudoacacia*'nın zehirli özellik taşıdığı, *Tilia tomentosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Cupressus macrocarpa* ve *Platanus orientalis*'in orta derecede alerjen özellik taşıdığı, *Pinus pinaster*, *Platanus orientalis*, *Tilia platyphyllos* ve *Picea orientalis*'in yapısal alanlar için kök zararına (kaldırım ve drenaj sistemleri için) neden olabileceği belirlenmiştir (Tablo 3). Bunula birlikte, çalışma alanında en fazla kullanılmış olan ağaç türlerinin yanı sıra,

kümeleme analizinde ikinci grupta yer alan (Şekil 5) ve zararlı özellikler taşıyan *Populus nigra* (istilacı, güçlü alerjen ve kök zararı), *Sequoia sempervirens* (kök zararı), *Paulownia tomentosa* (istilacı) ve *Eucalyptus camaldulensis* (istilacı) türleri ekosistem hizmetlerine hem fayda hem de zarar verebilen türler olarak dikkat çekmektedir.

Genel olarak ağaç türlerinin sağladığı yararlar üzerinden ekosistem hizmetleri yorumlanacak olur ise: “Tedarikçi Servisler” bakımından; gıda ve lifli ürünler, ham materyaller, dekoratif ve tıbbi kaynaklar özelliklerinin, “Düzenleyici Servisler” bakımından; yerel iklim ve hava kalitesi düzenlemesi, karbon tutumu ve depolanması, erozyon önleme ve toprak verimliliğinin korunması, tozlaşma özelliklerinin, “Habitat veya Destekleyici Servisler” bakımından; türler için habitatlar oluşturma, biyoçeşitlilik ve genetik çeşitliliğin korunması, besin ve su döngüsü, fotosentez, toprak formasyonu özelliklerinin, “Kültürel Servisler bakımından; rekreasyon, estetik bilgi, eğitim değeri, manevi deneyim ve mekan duygusu özelliklerinin sağlandığı söylenebilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Rize kent merkezinde yer alan Mesut Yılmaz (Sahil) Parkı örneğinde yapılan bu çalışmada, kentsel yeşil altyapı sistemlerinin bir parçası olan kent parklarında kullanılan ağaç türlerinin sağladıkları yararlar ve ekosistem hizmetleri irdelenmiştir. Çalışma kapsamında ele alınan ağaç türlerinin sosyal, estetik, iklimsel-fiziksel, biyolojik ve ekonomik bakımdan birçok yarar sağladıkları belirlenmiştir. Ancak bununla birlikte ağaç türlerinin bireysel tür özelliklerinden kaynaklanan bazı zararları oluğu da tespit edilmiştir. Ağaç türlerinin sağladığı yararlar arasında öne çıkan özellikler; çevre kalitesini arttırma, kent insanının fiziksel ve ruhsal sağlığına katkı, bitkisel kompozisyonlar ile estetik değer oluşturma, görsel kaliteyi arttırma, mikro klima yaratma, toz tutma, hava kirliliğini azaltma, gürültü kontrolü ve kentsel çevrede türler için habitat oluşturma sayılabilir.

Park alanındaki bitki topluluklarının oluşturduğu mekan etkisinin, insanların rekreasyonel kullanımını olumlu etkilediği gözlemlenmiştir. Tüm kentsel ekosistemlerin rekreasyonel yönleri, belki de şehirlerdeki en değerli ekosistem hizmetidir. Çünkü yeşil alanların insanlar üzerindeki psikolojik etkisi oldukça önemlidir. Örneğin şehir stresine maruz kalan insanların stres seviyelerini düşürmede bu alanlar oldukça etkilidir (Bolund & Hunhammar, 1999; Ulrich, vd., 1991).

Park alanında yapılan bitki envanteri çalışması sonuçlarına göre alanda tespit edilen 138 taksonun büyük çoğunluğu egzotik kökenlidir. Çalışma alanında kullanılan ağaç türlerinin genellikle estetik ve fonksiyonel amaçlara

yönelik kullanıldığı belirlenmiştir. Oysaki kentsel kimliğe katkı sağlayacak yöresel türlerin kullanılması (Karaşah & Sarı, 2018) ve bu konuda farkındalık yaratılması kentsel ekosistem hizmetleri için yararlı olacaktır. Kent ağaçlarının birçoğu aynı zamanda çeşitli hammaddelerin de kaynağı olabilmektedirler (odun, lif, organik ürünler gibi), ancak kentsel alanlarda daha çok estetik özellikleri nedeniyle kullanıldıklarından hammadde özellikleri değerlendirilmez. Ancak günlük hayatta kent insanının rahatça erişebildiği parklarda kullanılan birçok ağaç türü yaprak, çiçek, meyve ve tohum özellikleri nedeniyle yenebilir peyzaj bitkisi potansiyeli taşımaktadır. Örneğin Rize’de yöresel türler olan *Prunus laurocerasus* ve *Tilia rubra* bu bağlamda değerlendirilebilir.

Çalışmanın zayıf yönü, park alanındaki ağaç türlerinin turizm için olanak oluşturma ve yakın çevre arazisinin değerinin artmasına katkı özelliklerinin konu ile ilgili yeterli araştırma veya bulguya sahip olunmadığı için değerlendirilememiş olmasıdır. Literatürde, kent ağaçlarının sağladığı ekonomik yararların tür bazında değil daha ziyade sahaya dayalı çeşitli araştırmalar ve genel değerlendirmeler ile ortaya konulduğu görülmektedir (Roy, vd., 2012). Bununla birlikte Chang vd. (2017) kent merkezlerine yakın yeşil alanların, kent çeperlerindeki alanlardan çok daha yüksek kültürel hizmetler sunduğunu belirlemişlerdir. Dolayısıyla kent merkezinde yer alan bu park alanının da genel olarak ekonomik ve kültürel fayda sağlayacağı düşünülebilir.

Kentsel yeşil alanların sağladığı ekosistem hizmetlerine yönelik yapılan bazı çalışmalarda bitkilerin düzenleyici ekosistem servislerini belirlemede i-Tree Eco modelinden (i-Tree, 2014) faydalanılmaktadır. Bu model dünyanın birçok şehrinde kullanılmıştır ve bazı kentlerde resmi kentsel ağaç yönetim süreçlerinin bir parçası olarak kullanılmaya devam etmektedir (City of Melbourne, 2012; Rogers vd., 2011). Ancak Avrupa’da kentsel ağaç envanterlerine dayanan iklim ve hava kalitesi ile ilgili ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalar yetersiz görülmektedir (Kiss, vd., 2015). Ülkemizde de kentlerin bitki envanterleri ve veritabanları yeterli seviyede değildir. Bu nedenle sürdürülebilir yeşil altyapı planlamalarına katkı sağlayan bu modellerin kullanılabilmesi için öncelikle şehirlerin bitki envanterleri çıkarılarak sayısallaştırılmalıdır. Bu bağlamda Rize ili kent merkezinde bitki envanter çalışmaları büyük ölçüde tamamlanmıştır (Çorbacı vd., 2019).

Biyoçeşitlilik için her bir tür ne kadar küçük olursa olsun oldukça önemli bir role sahiptir ve daha fazla tür çeşitliliği doğal açıdan sürdürülebilirliği desteklemektedir. Bundan dolayı biyoçeşitlilik, ekosistem verimliliğini arttırarak, çeşitli doğal tehlikelere karşı dirençli, geri dönüşümlü ve sağlıklı bir ekosistem sağlayabilir (Shah, 2019). Ancak kentsel yeşil alanlarda ve

parklarda istilacı ve alerjen bitki türlerinin fazla kullanılması ekosistem hizmetlerini olumsuz etkileyecektir. İstilacı özellik gösteren türler doğal ekosistemin dengesini ve doğal türlerin yayılışını olumsuz etkiledikleri için ekosistem hizmetlerine zarar vermektedirler. Bununla birlikte kamusal alanlarda alerjen özellik taşıyan bitkilerin kullanılması halk sağlığı açısından tehdit oluşturabilir. Nitekim park içerisinde *Populus nigra* ve *Robinia pseudoacacia* gibi türlerin kullanılmış olduğu, *Ailanthus altissima* (istilacı, zehirli ve alerjen)'nin ise dikilmemiş olmasına rağmen alanda varlığı tespit edilmiştir. Bu türler dikildikleri alanların çevresine yayılarak gerek düzenlenmiş alanları gerekse de doğal alanları istila etmektedirler. Bu durum kentsel peyzajın estetiğini bozmakta, doğal ekosisteme zarar vermekte ve bakım masraflarını arttırmaktadır.

Odunsu peyzaj bitkileri, hava kalitesinin iyileştirilmesi, kültürel ve estetik değeri artırma, biyolojik çeşitlilik potansiyeli, karbon tutumu, enerji tasarrufu ve mikro klima düzenlemesi, insan sağlığının iyileştirilmesi, gürültüyü azaltma ve yağmur suyu yönetimi gibi birçok değerli ekosistem hizmeti sunmaktadır (Roy, vd., 2012). Ağaçların sağlıklı, yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirler yaratmada etkin bir rol oynadığının bilincine varılabilmesi için kent ağaçlarının sağladığı çevresel faydaları ve ekosistem hizmetlerini araştırılmak önem arz etmektedir (Kim, 2016). Bu sayede yöneticiler ve planlamacılar gelecekte bu faydaları en üst seviyeye çıkarmak için daha iyi saha seçimi, ağaç dikimi, bakım ve sökme işlemlerini gerçekleştirerek daha etkili kentsel yeşil alan yönetimi uygulayabilirler (Nowak, vd., 2008). Bununla birlikte artık etkisini iyice hissetmeye başladığımız iklim değişimi nedeniyle oluşan sıcaklık artışları ve yağış anormalliklerine karşı da kentsel yeşil altyapı sistemlerimizi planlamak durumundayız. Bu koşullarda kent parklarında kullanılacak ağaçların ve diğer bitkilerin seçiminde dikkatli hareket edilmeli, en az bakım gerektiren, en uzun vadede çevresel fayda sağlayacak ve iklim değişikliğinin etkileri ile baş edebilecek türlerin seçilmesi amaçlanmalıdır. Kurakçıl tasarımlar, yeşil çatılar ve dikey bahçeler gibi konseptlerin yanı sıra kent parklarının bitkilendirme tasarımı stratejilerinin de ekosistem hizmetlerini destekleyici yönde geliştirilmesi ve uygulamalarda bu hususlara dikkat edilmesi önemli bir gerekliliktir.

KAYNAKLAR

- Akkemik, Ü. (2014).** *Türkiye'nin doğal-egzotik ağaçları ve çaluları I ve II.* Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Alberti, M. & Marzluff, J.M. (2004).** Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to

human and ecological functions. *Urban Ecosystems*, 7(3), 241-265.

- Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999).** Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293-301.
- CABI. (2019).** Invasive species compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/> (18 Temmuz 2019).
- Chang, J., Qu, Z., Xu, R., Pan, K., Xu, B., Min, Y., Ren, Y., Yang, G. & Ge, Y. (2017).** Assessing the ecosystem services provided by urban green spaces along urban center-edge gradients. *Scientific Reports*. 7(11226), 1-9. DOI: 10.1038/s41598-017-11559-5
- City of Melbourne. (2012).** Urban Forest Strategy – Making a great city greener 2012-2032. <https://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/urban-forest-strategy.pdf>. (8 Eylül 2019)
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. & van den Belt, M. (1997).** The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 387(15), 253-260.
- Çetinkaya, G. & Uzun, O. (2014).** *Peyzaj planlama.* Birsen Yayınevi, İstanbul.
- ÇDR (2019).** *Rize İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu.* T.C. Rize Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Rize, 107s. https://webdosya.csb.gov.tr/db/rize/menu/2018-yili-cevre-durum-raporu_20190610021215.pdf (10 Mayıs 2020).
- Çorbacı, Ö.L., Abay, G., Oğuztürk, T. & Üçok, M. (2019).** *Rize ili park ve bahçelerindeki bitki türlerinin envanteri.* Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, Sonuç Raporu, Rize, No: FBA-2017-824.
- Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, DN., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'Farrell, P., Andersson, E., Hamstead, Z. & Kremer, P. (2013)** Urban Ecosystem Services, In: Elmqvist, T. et al. (Eds), *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities.* 175-251p, Springer, Dordrecht.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001).** PAST-Palaeontological Statistics. https://www.uv.es/pardomv/pe/2001_1/past/pastprog/past.pdf. (03 Temmuz 2020).
- I-Tree. (2014).** I-Tree Eco User Manual v5.0. http://www.itreetools.org/resources/manuals/Eco_Manual_v5.pdf. (10 Eylül 2019).
- Jianan, X., Zhiyun, O., Hua, Z., Xiaoke, W. & Hong, M. (2007).** Allergenic pollen plants and their influential factors in urban areas. *Acta Ecologica Sinica*, 27(9), 3820-3827.

- Karaşah, B., Sarı, D. (2018).** Kent kimliğinde etkili bir bileşen: Doğal bitkiler. *Social Sciences Studies Journal*, 4(26), 5539-5545.
- Kim, G. (2016).** Assessing urban forest structure, ecosystem services, and economic benefits on Vacant Land. *Sustainability*, 8(7), 679.
- Kiss, M., Takács, Á., Pogácsás, R. & Gulyás, Á. (2015).** The role of ecosystem services in climate and air quality in urban areas: Evaluating carbon sequestration and air pollution removal by street and park trees in Szeged (Hungary). *Moravian Geographical Reports*, 23(3), 36-46.
- Laille, P., Provendier, D., Colson, F. & Salanié, J. (2013).** *The benefits of urban vegetation*, A Study of the Scientific Research and Method of Analysis, Plante & Cité, Angers, 31p.
- Nowak, D.J. & Dwyer, J.F. (2007).** Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems, In: Kuser, J.E. (Ed), *Urban and Community Forestry in the Northeast*, 25-46p, Springer, New York, USA.
- Nowak, D.J., Walton, J.T., Stevens, J.C., Crane, D.E. & Hoehn, R.E. (2008).** Effect of plot and sample size on timing and precision of urban forest assessments. *Arboriculture & Urban Forestry*, 34(6), 386-390.
- PFAF. (2019).** Plants for a future, Database. <https://pfaf.org/user/> (19 Temmuz 2019).
- Pollenlibrary. (2019).** Tree and plant allergy info for research. <http://www.pollenlibrary.com/> (26 Temmuz 2019).
- RHS. (2019).** Royal Horticultural Society. <https://www.rhs.org.uk/Plants/> (22 Temmuz 2019).
- Rogers, K., Jarratt, T. & Hansford, D. (2011).** Torbay's Urban Forest-Assessing Urban Forest Effects and Values. <http://www.torbay.gov.uk/tuf.pdf>. (8 Eylül 2019)
- Rosenthal, J.K., Crauderueff, R. & Carter, M. (2008).** *Urban heat island mitigation can improve New York city's environment: Research on the impacts of mitigation strategies*. Sustainable South Bronx Working Paper, New York, NY, USA.
- Roy, S., Byrne, J. & Pickering, C. (2012).** A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(4), 351-363.
- Salmond, J.A., Tadaki, M., Vardoulakis, S., Arbuthnott, K., Coutts, A., Demuzere, M., Dirks, K.N., Heaviside, C., Lim, S., Macintyre, H., McInnes, R.N. & Wheeler, B.W. (2016).** Health and climate related ecosystem services provided by street trees in the urban environment. *Environmental Health*, 15(36), 95-111.
- Shah, A. (2019).** Why is biodiversity important? Who cares? <http://www.globalissues.org/article/170/why-is-biodiversity-important-who-cares> (9 Eylül 2019).
- TEEB. (2010).** Integrating the Ecological and Economic Dimensions in Biodiversity and Ecosystem Service Valuation. <http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/04/D0-Chapter-1-Integrating-the-ecological-and-economic-dimensions-in-biodiversity-and-ecosystem-service-valuation.pdf> (10 Haziran 2019).
- Torbay. (2013).** Tree and woodland framework for Torbay. <https://www.torbay.gov.uk/media/2948/tree-and-woodland-framework.pdf> (24 Haziran 2019).
- Ulrich, R.S., Simons, R.F., Losito, B.D., Fiorito, E. & Miles, M.A. (1991).** Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201-230.



First Record of *Salmo pelagonicus* Karaman, 1938 (Teleostei: Salmonidae) in the Karamenderes River, Turkey

Davut TURAN* Esra BAYÇELEBİ

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

Geliş/Received: 07.08.2020

Kabul/Accepted: 24.10.2020

How to cite: Turan, D. & Bayçelebi, E. (2020). First Record of *Salmo pelagonicus* Karaman, 1938 (Teleostei: Salmonidae) in the Karamenderes River, Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 551-555.

Atf yapmak için: Turan, D. & Bayçelebi, E. (2020). *Salmo pelagonicus* Karaman, 1938 (Teleostei: Salmonidae), Karamenderes Irmağından Türkiye İçin İlk Kayıt. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 551-555.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-9586-6223>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-6868-5091>

*Corresponding author's:

Davut TURAN
Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences, 53100 Rize, Turkey.

✉: dvturan@yahoo.com

Mobile telephone : +90 (530) 882 38 21

Telephone : +90 (464) 223 33 85

Fax : +90 (464) 2234118

Abstract: *Salmo pelagonicus* Karaman, 1938 was described from Crna River, a tributary of the Vardar River (in Greece). *Salmo* specimens from the Karamenderes drainage (in Turkey) and Aliakmon River (in Greece), is identified as *Salmo pelagonicus*. We recorded for the first time *Salmo pelagonicus* in the Karamenderes River (Aegean Sea basin) in Turkey. It was compared with *Salmo* species in adjacent waters. Our comparison shows that the Karamenderes population differs from other species in neighboring basins. Also in this study, it was given detailed morphological characters of *Salmo pelagonicus*.

Keywords: Anatolia, Salmonidae, taxonomy, trout.

Salmo pelagonicus Karaman, 1938 (Teleostei: Salmonidae), Karamenderes Irmağından Türkiye İçin İlk Kayıt

*Sorumlu yazar:

Davut TURAN
Recep Tayyip Erdogan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 53100 / Rize, Turkey.

✉: dvturan@yahoo.com

Cep telefonu : +90 (530) 882 38 21

Telefon : +90 (464) 223 33 85

Faks : +90 (464) 2234118

Öz: *Salmo pelagonicus* Karaman, 1938, Vardar Nehrinin bir kolu olan Crna Irmağından (Yunanistan) tanımlanmıştır. Türkiye'nin Ege bölgesindeki Karamenderes Irmağı ve Yunanistan'ın Aliakmon Nehri örneklerini *Salmo pelagonicus* olarak tayin edilmiştir. *Salmo pelagonicus* Karamenderes Irmağından Türkiye için ilk kayıt olarak verilmiştir. Karamenderes popülasyonu yakın havzadaki diğer Alabalık türleri ile karşılaştırmış ve bu popülasyonun farklı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada bu türün detaylı morfolojik karakterleri verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Alabalık, Anadolu, Salmonidae, taksonomi.

INTRODUCTION

The genus *Salmo* are widely distributed some part of Europe, Asia and Africa. It also inhabits most of the streams and rivers of Turkey. Turan et al. (2010, 2011, 2012, 2014a, b, 2017, 2020) examined most of the Turkish populations and recognized thirteen species (see Turan et al. 2020).

The *Salmo* populations of the Karamenderes River had been reported as *Salmo trutta macrostigma* (Geldiay & Balık, 1999; Sarı et al., 2006), however, *S. macrostigma*, occurs only in Algeria (Kottelat, 1997; Delling & Doadrio, 2005; Kottelat & Freyhof, 2007). The other peri-

Mediterranean populations referred to as *S. macrostigma* belong to several species: *S. labecula*, *S. opimus*, *S. chilo*, and *S. kottelati* (streams and rivers flowing to the Mediterranean Sea), *S. okumusi*, *S. euphrataeus* and *S. fahrettini* (Euphrates River), *S. tigridis* (Tigris River), *S. cettii* (Italy), *S. farioides* (eastern Adriatic) (Delling, 2003, 2011; Delling & Doadrio, 2005; Turan et al., 2011, 2012, 2014a, b).

We give here a new record of a species of trout, *Salmo pelagonicus*, from the Karamenderes River (Aegean Sea basin), formerly misidentified as *S. trutta macrostigma*.

MATERIAL AND METHOD

Fishes were preserved in 5% formaldehyde after anaesthesia using MS-222. In all measurements and counts were followed Turan et al. (2010). Morphometric and meristic data of *Salmo abanticus*, *S. labrax*, *S. rizeensis*, *S. coruhensis*, *S. caspius* are from Turan et al. (2010). *Salmo macroptera* and *S. macedonicus* are from Chichkoff (1939) and Karaman (1936) respectively. The last two photographs were obtained from Maurice Kottelat.

RESULTS

Salmo pelagonicus Karaman, 1936 (Fig. 1)

Salmo trutta macrostigma (non Dumeril, 1858): Sarı et al. (2006: 37) (Çanakkale province; Bayramiç county; Ayazma and Adaçay streams, drainages of Karamenderes River).

New Records: FFR 03188, 30, 85–200 mm SL; Turkey: Balıkesir-Çanakkale border: stream Ayazma (39°44' N 26°50' E); a drainage of Karamenderes River (a coastal drainage). —FFR 03189, 7, 75–190 mm SL; Turkey: Çanakkale Province: stream Adaçay (39°48' N 26°54' E); a drainage of Karamenderes River. —MK 26557, 3, 47–158 mm SL; Greece: Aliakmon River.

Diagnostic characters of specimens from Karamenderes River: It differs from all other species of *Salmo* in neighboring basins by such as morphological characters: general body colour brownish in life; one black spot behind eye; black ocellated spots on body few (less than 60), equal or greater than pupil, scattered on upper part of flank, on back (absent in predorsal area) and sometime below lateral line (immediately behind head); number of black spots not increasing size in males; red ocellated spots few (less than 30), approximately equal to pupil, conspicuous, usually scattered in two or three rows on median and lower part of flank; head length 26–30% SL in males, 25–28 in females; maxilla length 10–11% SL in males, 9–10 in females, reaching beyond eye in males larger than 130 mm SL and about 190 mm SL in females; length of mouth gape 11–15% SL in males, 11–13 in females; 109–115 lateral line scales; 26–29 scale rows between lateral line and dorsal-fin origin; 15–17 scales between lateral line and posterior base of adipose-fin; 20–23 scale rows between lateral line and anal-fin origin; vomer teeth few, usually organized in two irregular rows in males (Fig. 1a).

Identification of specimens of Karamenderes River: The general appearance is shown in Figures 1, morphometric and meristic data given in Tables 1 and 2. Body deep, upper profile markedly arched, ventral profile less arched than upper profile in males and females. Head short, dorsal profile straight in interorbital area, straight or

slightly arched on the snout in males, convex in females and conspicuously arched on the snout in juveniles. Mouth somewhat large, slightly subterminal in males and in females, and markedly subterminal in juveniles. Tip of lower jaw not curved upward in males and females. Maxilla moderately long, sexually dimorphic, reaching beyond eye in specimens larger than about 130 in males and 190 mm SL in females, upper edge slightly convex anteriorly and straight posteriorly in males, and slightly convex in females and juveniles. Snout with pointed tip in males, rounded in females and juveniles. Adipose-fin somewhat large, upper edge convex in both sexes and juveniles. Maximum known size approximately 220 mm SL (observed in the field).

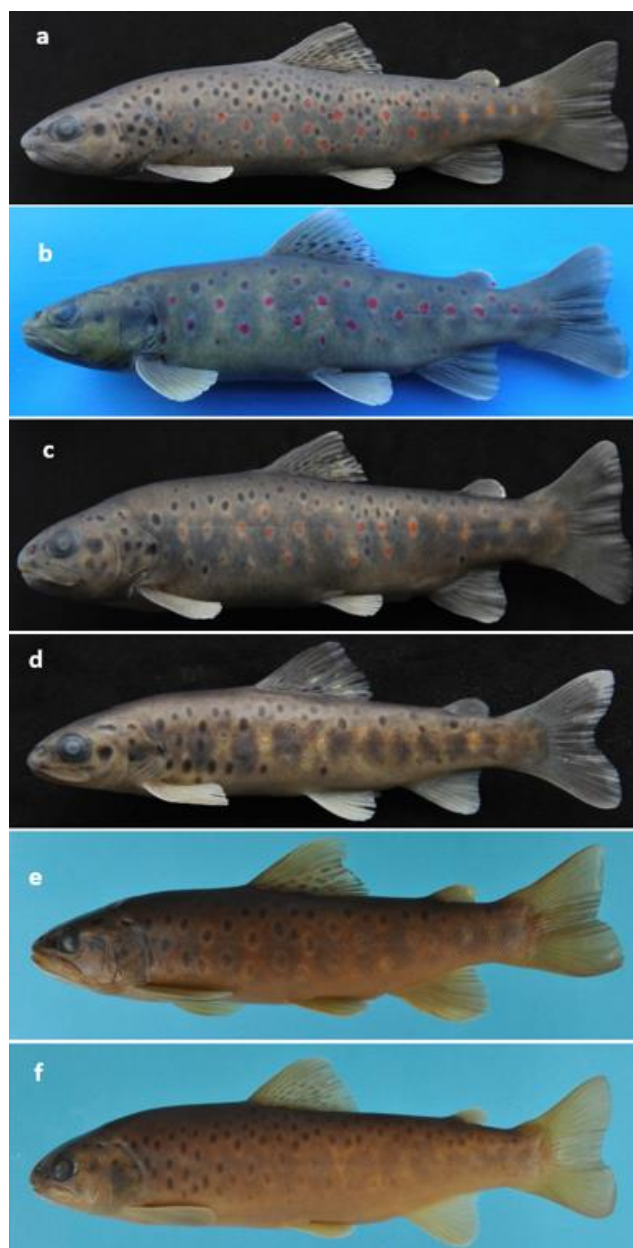


Figure 1. *Salmo pelagonicus*; Turkey: Karamenderes River; a, FFR 03187, 201 mm SL, male; b, FFR 03189, 192 mm SL, male; c, FFR03188, 200 mm SL, female; d, FFR03188, 92 mm SL, juvenile; Greece: Aliakmon River; e, photo by MK 26557, 158; 144 mm SL, male; f, photo by MK 26557, 144 mm SL, female.

Table 1. Morphometry of *Salmo pelagonicus*. Numbers in parentheses: mean.

Basin	<i>Salmo pelagonicus</i>	
	Aegean Sea	
Drainage	Kara Menderes River	
Sex	Male	Female
Number of specimens	n=16	n=17
Standard length (mm)	100-190	110-200
In percentage of standard length		
Head length	26.1–29.6 (27.7)	25.1–27.6 (26.3)
Predorsal length	47.3–49.8 (48.0)	45.1–48.1 (46.4)
Prepelvic length	53.6–58.2 (54.7)	51.1–56.8 (53.9)
Preanal length	72.4–76.5 (74.3)	72.7–75.6 (73.7)
Body depth at dorsal-fin origin	22.9–26.5 (24.1)	22.2–27.6 (23.8)
Body depth at anal-fin origin	15.8–19.2 (17.6)	16.2–19.2 (17.2)
Depth of caudal peduncle	9.7–11.3 (10.4)	9.4–10.9 (10.1)
Length of caudal peduncle	16.2–19.6 (17.5)	16.2–19.8 (17.9)
Distance between adipose and caudal fins	13.5–16.9 (14.9)	14.1–16.2 (15.1)
Body width at anal-fin origin	8.3–11.3 (9.6)	8.0–10.6 (9.4)
Length of dorsal-fin base	13.0–15.7 (14.8)	12.5–15.3 (13.6)
Depth of dorsal-fin	16.4–20.4 (18.7)	15.8–20.4 (18.6)
Length of adipose-fin base	2.5–5.0 (4.0)	2.4–4.2 (3.6)
Depth of adipose-fin	5.8–8.0 (7.3)	5.5–7.5 (6.8)
Length of pelvic-fin	10.5–15.8 (14.4)	11.7–15.6 (14.0)
Depth of anal-fin	15.2–17.4 (16.4)	15.0–17.2 (15.8)
Length of anal-fin base	7.9–12.1 (10.1)	9.6–11.2 (10.1)
Length of upper caudal-fin lobe	15.2–20.9 (17.8)	15.9–19.6 (17.7)
Length of median caudal-fin rays	11.8–13.9 (12.8)	11.1–13.2 (12.2)
Length of lower caudal-fin lobe	15.3–19.8 (18.0)	17.3–19.6 (18.5)
Snout length	7.0–8.4 (7.5)	6.5–7.7 (7.2)
Distance between nasal openings	3.9–5.7 (4.7)	4.0–4.8 (4.4)
Eye diameter	5.3–7.8 (6.6)	4.8–7.3 (6.2)
Interorbital width	6.7–8.8 (7.6)	6.5–7.5 (7.1)
Head depth through eye	11.7–14.4 (12.8)	11.3–13.2 (12.3)
Head depth at nape	16.3–19.1 (16.4)	15.5–17.5 (16.6)
Length of maxilla	9.5–11.0 (10.1)	8.5–9.3 (8.6)
Maximum height of maxilla	2.6–3.8 (3.0)	2.4–3.6 (2.8)
Width of mouth gape	8.0–11.7 (9.7)	7.4–9.6 (8.6)
Length of mouth gape	11.0–15.0 (13.0)	11.3–12.6 (11.8)

Adipose fin medium size, not reaching the base of the caudal fin, its upper edge convex in males, females, and juveniles. Dorsal-fin with 3–4 simple and 8–10½ branched rays, outer margin straight or slightly convex. Pectoral fin with 10–12 branched rays, outer margin convex. Pelvic fin with 1 simple and 7–8 branched rays, outer margin convex. Anal fin with 3 simple and 8–9½ branched rays, outer margin convex anteriorly, straight or slightly convex posteriorly in adult males, convex anteriorly concave posteriorly in females and juveniles. Caudal-fin slightly forked in adult males, forked in juveniles, and lobes pointed or slightly rounded in males and juveniles; slightly forked and lobes rounded in adult females. Lateral line with 109–115 scales; 26–29 scale rows between lateral line and dorsal-fin origin; 20–23 scale rows between lateral line and anal-fin origin; 15–17 scales between lateral line and posterior extremity of the base of the adipose fin (Fig. 1a). Gill rakers 11–13 + 6–7 on the outer side of first gill arch. Number of vomer teeth 17–23 in males, usually organized in two irregular rows.

The snout of males more pointed than that of females. Maxilla and a head length of males longer than that of females (26–30% SL, vs. 25–28).

Table 2. Frequency distribution of meristic features of five *Salmo* species from the Aegean Sea and adjacent basins.

Lateral line scales																
	N	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	X	
<i>S. pelagonicus</i>	34	2	3	4	6	7	5	3							112.3	
<i>S. abanticus</i>	21					2	2		5	2	4	4		2	117.1	
<i>S. labrax</i>	12				2		2		3	1		2		2	116.4	
<i>S. coruhensis</i>	41		2	2	6	3	7	8	7	3	3				114.3	
<i>S. rizeensis</i>	31						5	7	5	5	2	2			116.4	
Transverse line scales		Above lateral line						Below lateral line								
	N	26	27	28	29	30	31	32	X	18	19	20	21	22	23	X
<i>S. pelagonicus</i>	34	1	12	12	5				27.7			6	10	8	6	21.4
<i>S. abanticus</i>	21	6	5	4					27.6	2	4	11	4			19.8
<i>S. labrax</i>	12			3	1			5	30.3		2	1	2	5	2	21.3
<i>S. coruhensis</i>	41		6	13	7		5	2	28.9		9	13	15	2	2	20.4
<i>S. rizeensis</i>	31	4	7	9	8				28.0	6	8	9	8			19.6
Scales between adipose-fin insertion and lateral line									Gill rakers							
	N	14	15	16	17	X	16	17	18	19	20	X				
<i>S. pelagonicus</i>	34		16	11	3	15.4			9	21	4	18.9				
<i>S. abanticus</i>	21		4	17		15.8			4	12	10	19.0				
<i>S. labrax</i>	12		4	8		15.7	2	5	5			17.3				
<i>S. coruhensis</i>	41		9	22	12	16.1		5	18	14	6	18.5				
<i>S. rizeensis</i>	31	4	19	9	1	15.1	2	3	10	16		18.2				

General body colour brownish in life and preserved in specimens. Body dark brown on back and flank; belly light brownish to yellowish. The pattern of four broad blackish bands missing on the body of both sexes. A single black spot behind the eye. Zero to twelve black spots on opercula, smaller than the pupil. Zero to eight black spots on top of the head. Black ocellated spots on body less than 60, equal or slightly greater than pupil, scattered on

the upper part of flank, on the back and sometimes below lateral line immediately behind the head in males and females. In juvenile, black spots less than 40, larger than pupil, scattered on upper and lower parts of flank, and sometimes anterior part of the middle of flank. Red ocellated spots few (less than 30), conspicuous, usually scattered in two or three rows on the median and lower part of flank in males and females, one or two rows on the

middle of flank in juveniles. Adipose fin greyish, with 1-2 small red spots along the distal margin. Dorsal fin brownish to greyish, with 3-5 rows of black spots and 2-3 rows of red spots. Pectoral, pelvic and anal fins yellowish. Caudal and dorsal fins dark grey. Ten to 13 parr marks on the body, vertically oblong and slightly roundish, missing in specimens larger than about 190 mm SL.

Distribution and habitat: *Salmo pelagonicus* only known from the Vardar and Aliakmon rivers in Greece and Ayazma, and Adaçay streams, tributaries of Karamenderes River (Aegean Sea basin). It lives in small pools of streams with cold, clear and very swift flowing water. The bottom consists of rocks, stones, and pebbles.

DISCUSSION AND CONCLUSION

Karaman (1936), described *Salmo pelagonicus* as 'a deep and compressed body, a long and pointed head, a long and wide mouth, a long and narrow maxilla (reaching beyond about one eye diameter), a long and deep adipose-fin and vomer teeth with two rows. Our data of *Salmo pelagonicus* from the Kara Menderes River is overlapped with data in Karaman (1936).

Salmo pelagonicus distinguished from *S. abanticus* by the shape of the black spots on the flank (circular, vs. polygonal), the shape of the ring around the black spots (circular, vs. polygonal), the size of the black spots (equal or slightly greater than pupil, vs. markedly greater than pupil) and general body colour (greyish, vs. brownish) and the presence of red spots on the body in specimens larger than about 200 mm SL (vs. absent), *Salmo pelagonicus* further distinguished from *S. abanticus* by the arrangement of the vomer teeth (two irregularly rows, vs. one row).

Salmo pelagonicus distinguished from *S. labrax* by the general body colour in life (brownish, vs. greyish), the position of the dorsal fin in males (predorsal length 47–50% SL, mean 48.0, vs. 46–47, mean 46.5), the length of maxilla in males (10–11% SL, mean 10.1, vs. 9–10, mean 9.2) and the body depth in males (body depth at anal-fin origin 16–19% SL, vs. 19–21).

Salmo pelagonicus differs from *S. coruhensis* by the general body colour, the number and distribution of the black and red spots on the body, and the way they vary with increasing size. In *S. pelagonicus*, the general body colour is brownish; the black spots are few (less than 60), usually present on the upper part of the flank, rarely below lateral line, commonly missing on the middle of the flank in specimens larger than 140 mm SL; the number of black spots slightly increases with increasing size. The red spots are few (less than 30), present on the lower and median part of the flank. The number of red spots does not increase with size in both sexes. In *S. coruhensis*, the general body colour

is greyish; the black spots are numerous (more than 80), present on the whole upper half of the flank and the anterior part of the lower half of the flank, sometimes a few on the back in front of the dorsal fin in males larger than 200 mm SL. The number of red and black spots increases with increasing size. *Salmo pelagonicus* usually has a single conspicuous black spot behind the eye (on cheek and preopercule) at all sizes. *S. coruhensis* has two or three spots on the cheek and the preopercule in most individuals, rarely a single one and this number increase to 4–17 in males larger than about 250 mm SL.

Salmo pelagonicus is distinguished from *S. rizeensis* by having less lateral line scales (109–115, mean 112.3, vs. 114–120, mean 116.4); more scale rows between lateral line and anal-fin origin (20–23, mean 21.4, vs. 18–21, mean 19.6)(Fig. 1a, d); fewer vomer teeth (17–23 [n=10], vs. 30–37 [n=10]); and a somewhat smaller mouth gape in males (11–15% SL, mean 13.0, vs. 13.2–17.8, mean 15.5). Juveniles of *S. pelagonicus* (Fig. 1d) differ from those of *S. rizeensis* by the distribution of the red and black spots. In *S. pelagonicus*, the black spots on the body are few (less than 40) and scattered on the whole flank; there are very few red spots (less than 20) on the body, organised as one or two rows along the lateral line. In *S. rizeensis*, there are only a few (less than 30) black spots on the body and they are present on the back and the upper part of the flank; the red spots are organised in three or four irregular rows on median and lower parts of the flank.

Salmo pelagonicus distinguished from *S. macedonicus* and *S. macroptera* in Greece and Balkan Peninsula in the Aegean Sea basin by commonly the body colour and pattern, the number and size of spots, and their distribution on the body. In *S. pelagonicus*, black spots are few and usually present on the upper part of the flank, rarely below lateral line. The red spots are few and present on the lower and median part of the flank. Black spots are equal to or slightly greater than pupil and red spots are approximately equal to the pupil. In *S. macedonicus*, general body colour is silvery; black spots are numerous and usually present on the almost whole the flank. Red spots are absent or few and scattered along the lateral line. *Salmo pelagonicus* also differs from *S. macroptera* by having fewer lateral line scales (109–115, vs. 116–128) and fewer branched pectoral-fin rays (10–12, vs. 12–13) (Chichkoff, 1939; Karaman, 1936; Kottelat & Freyhof, 2007).

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Sema Turan and Cüneyt Kaya for field studies. Also we thanks to Maurice Kottelat for photos of *Salmo pelagonicus*. This work was supported by The Scientific and Technical Research Council of Turkey (Project No. TOVAG-106 O 259).

REFERENCES

- Chichkoff, G. (1939).** Poissons nouveaux et peu connus des eaux douces de la Bulgarie. Godishnikna Sofiiskiya universitet. Fiziko-matematicheski fakultet (Annuaire de l'Université de Sofia. Facultéphysico-mathématique), **35**, 91-199 (in Bulgarian).
- Delling, B. & Doadrio, I. (2005).** Systematics of the trouts endemic to Moroccan lakes, with description of a new species (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **16**, 49-64.
- Delling, B. (2003).** *Species diversity and phylogeny of Salmo with emphasis on southern trouts* (Teleostei, Salmonidae). Thesis, Stockholm University, Stockholm.
- Delling, B. (2011).** Diversity of western and southern Balkan trouts, with the description of a new species from the Louros River, Greece (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **21**, 331-344.
- Duméril, A. (1858).** Note sur une truite d'Algérie (*Salar macrostigma*, A. Dum.). *Revue et Magazin de Zoologie*, **10**, 396-399, pl. 10.
- Geldiay, R. & Balık, S. (1999).** *Türkiye Tatlısu Balıkları [Freshwater fishes of Turkey]*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 46, Ders Kitabı Dizini, No:16, İzmir, 519 pp. [in Turkish].
- Karaman, S. (1936).** 10. Prilog poznavanju slatkovodnih riba Jugoslavije (10th contribution to the knowledge of the freshwater fishes of Yugoslavia). *Glasnik Skopskog Naučnog Društva*, **17**, 55-64 (in Serbian with German summary).
- Kottelat, M. (1997).** *European freshwater fishes*. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation. *Biologia (Bratislava)*, **52**(Suppl. 5), 1-271.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007).** *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol & Freyhof, Berlin, xii + 660 pp.
- Sarı, H. M., Balık S., Ustaoglu, R. & İlhan, A. (2006).** Distribution and ecology of freshwater ichthyofauna of the Biga Peninsula, North-western Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **30**, 35-45.
- Turan, D., Kottelat, M. & Engin, S. (2010)** Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **20** (4) (2009 [2010]), 289-384.
- Turan, D., Kottelat, M. & Bektaş, Y. (2011)** *Salmo tigridis*, a new species of trout from Tigris River, Turkey (Teleostei: Salmonidae). *Zootaxa*, **2993**, 23-33.
- Turan, D., Kottelat, M. & Engin, S. (2012).** The trouts of the Mediterranean drainages of southern Anatolia, Turkey, with description of three new species (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **23**, 219-236.
- Turan, D., Kottelat, M. & Engin, S. (2014a).** Two new species of trouts from the Euphrates drainage, Turkey (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **24**, 275-287.
- Turan, D., Dogan, E., Kaya, C. & Kanyılmaz, M. (2014b).** *Salmo kottelati*, a new species of trout from Alakır Stream, draining to the Mediterranean in southern Anatolia, Turkey (Teleostei, Salmonidae). *ZooKeys*, **462**, 135-151.
- Turan D., Kottelat, M. & Kaya, C. (2017).** *Salmo munzuricus*, a new species of trout from the Euphrates River drainage, Turkey (Teleostei: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **28**(1), 55-63.
- Turan, D. Kalayci G. Bektaş Y. Kaya C. & Bayçelebi E. (2020).** A new species of trout from the northern drainages of Euphrates River, Turkey (Salmoniformes: Salmonidae). *Journal of Fish Biology*, **96**, 1454-1462. DOI: [10.1111/jfb.14321](https://doi.org/10.1111/jfb.14321)



İskenderun Körfezindeki Mürekkep Balıklarının (*Sepia officinalis* L., 1758) Farklı Dokularında Ağır Metal Birikimi

Önder DUYSAK* Erkan UĞURLU

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun, Hatay, Türkiye

Geliş/Received: 10.06.2020

Kabul/Accepted: 24.11.2020

Atf yapmak için: Duysak, Ö. & Uğurlu, E. (2020). İskenderun Körfezindeki Mürekkep Balıklarının (*Sepia officinalis* L., 1758) Farklı Dokularında Ağır Metal Birikimi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 556-562.

How to cite: Duysak, Ö. & Uğurlu, E. (2020). Heavy Metal Accumulation in Different Tissues of Cuttlefish (*Sepia officinalis* L., 1758) in İskenderun Bay. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 556-562.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-7484-3102>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-8940-8421>

***Sorumlu yazarın:**

Önder DUYSAK
İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun, Hatay, Türkiye.
✉: onder.duysak@iste.edu.tr
Cep telefonu : +90 (532) 772 09 59
Telefon : +90 (326) 614 1693
Faks : +90 (326) 614 1877

Öz: Bu çalışmada, İskenderun Körfezi'nden avlanan dişi ve erkek mürekkep balıklarının (*Sepia officinalis* L., 1758) manto, solungaç ve gonad dokularındaki ağır metal birikimleri belirlenmiştir. Çalışmada mürekkep balığı dokularında birikim gösteren metallere Al ve Cu birikim düzeyleri manto>gonad>solungaç; Fe birikimi solungaç>gonad>manto, Mn ve Zn birikimleri ise manto> gonad> solungaç şeklinde sıralanmıştır. Ayrıca tüm dokulardaki en fazla birikimin Cu, en az birikimin ise Mn olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, doku, İskenderun körfezi, mürekkep balığı, *Sepia officinalis*.

Heavy Metal Accumulation in Different Tissues of Cuttlefish (*Sepia officinalis* L., 1758) in İskenderun Bay

***Corresponding author's:**

Önder DUYSAK
İskenderun Technical University, Faculty of Marine Science and Technology, İskenderun, Hatay, Turkey.
✉: onder.duysak@iste.edu.tr
Mobile telephone : +90 (532) 772 09 59
Telephone : +90 (326) 614 1693
Fax : +90 (326) 614 1877

Abstract: In this study, heavy metal accumulation in the mantle, gill and gonad tissues of male and female cuttlefish caught from İskenderun Bay were determined. The orders of Al, Cu, Mn and Zn levels were found to be mantle> gonad> gill, it was gill> gonad> mantle for Fe. The highest concentration of accumulation in all tissues was observed for Cu whereas minimum concentrated heavy metal was Mn.

Keywords: Cuttlefish, Heavy metal, İskenderun bay, *Sepia officinalis*, tissue.

GİRİŞ

Son yıllarda nüfus artışına paralel olarak endüstriyel üretim artmakta, buna bağlı olarak alıcı ortam olan tatlı su ve denizel kaynaklarına ağır metaller ve diğer kirleticilerin miktarsal olarak katılımları da artmakta ve bu durum neticesinde planktonik, bentik ve sucul omurgasızlar, balıklar ve balinalar gibi ekolojik besin ağında yer alan canlılar daha fazla kirleticiye maruz kalmaktadır (Ali vd., 2016, 2018; Karunanidhi vd., 2017; Lao vd., 2019; Nimmo vd., 1998). Endüstriyel kaynaklardan, tarımsal faaliyetlerden ve evsel atıklardan su

ortamına boşaltılan kirleticilerden ağır metaller ekosistemlere girmekte ve sudaki askıdaki katı maddelere tutunabilmektedir (Duysak, 2019; Fang vd., 2016; Varol, 2011; Yi vd., 2017). Ağır metallerin deniz ekosistemlerindeki dağılımında; askıdaki katı maddelerin kimyasal bileşimleri, metallerin biyoyararlanımı, antropojenik etkileri, birikimi, absorpsiyonu, organizmalardaki mevcut miktarları (Srivastava & Jain, 2007) ve çeşitli fiziko-kimyasal özellikler (Singh vd., 2005) rol oynamaktadır.

Bazı ağır metaller organizmalar için vazgeçilmez olsa da belli seviyelerin üstüne ulaştıklarında toksik etki gösterdiği bilinmektedir. Bununla birlikte esansiyel ağır metaller bile toksik konsantrasyonlarda birikebilir, denizel organizmalarda ve çevrelerinde ekolojik hasara neden olabilirler (Jefferies & Freestone, 1984; Tchounwou vd., 2002). Demir, bakır, çinko ve manganez gibi eser elementler, canlı organizmalarda önemli fizyolojik rollere sahip olmalarına rağmen, yüksek konsantrasyonları toksik etki göstermektedir. Kurşun, kadmiyum ve cıva gibi eser olmayan elementler ise düşük konsantrasyonlarda dahi toksik etkiye sahiptir (Sivaperumal vd., 2007).

Sucul ortamlarda eser elementler su kolonu boyunca dağılım gösterir ve dip kısımlarda birikime uğrayarak biota tarafından tüketilir (Agusa vd., 2007; Bhuyan, 2017; Hajeb vd., 2009). Bu nedenle, sucul ortamlarda ve besin zincirlerinde ilgili su kolonunda yaşayan canlıların eser element konsantrasyonlarının düzenli olarak izlenmesi, sucul organizmaları tüketen insanlarda toksik etkilerini önlemek için önem arz etmektedir (Yardım & Bat, 2020; Islam vd., 2017; Terra vd., 2008; Yi vd., 2011). Zira eser elementlerin yüksek konsantrasyonları insanlarda kardiyovasküler, böbrek, nörolojik ve kemik hastalıklarına sebep olduğu belirtilmiştir (Chailapakul vd., 2008).

Eser elementler solungaç dokularında absorpsiyon ve adsorpsiyon yoluyla birikim göstermektedir (Duysak & Dural, 2015). Kafadanbacaklılar (Ahtapot, Kalamar ve Mürekkep Balıkları) ticari öneme sahip denizel canlılardır. Kafadanbacaklılar zengin protein, düşük doymuş yağ oranları ve sodyum, potasyum, çinko, bakır ve fosfor gibi yüksek mineral seviyelerinden dolayı insan gıdası olarak yoğun şekilde tercih edilmektedir (Craig & Overnell, 2003; Navarro & Villanueva, 2003; Sikorski & Kolodziejka, 1986).

Mürekkep balığı (*Sepia officinalis* Linnaeus, 1758), biyolojisi ve ekolojisi tüm dünyada iyi bilinen kafadanbacaklılardan biridir. Bu türün bireyleri doğu Atlantik kıyı bölgelerine ve tüm Akdeniz'e yayılmıştır (Mangold & Boletzky, 1987; Nesis, 1987; Roper vd., 1984). Mürekkepbalığı ülkemizde Marmara, Ege ve Akdeniz kıyı bölgelerinde yaygın olarak dağılım göstermektedir (Demir, 1952; Duysak vd., 2008; Katağan & Benli, 1990; Katağan vd., 1993; Katağan & Kocataş, 1990; Mangold & Boletzky, 1987; Roper vd., 1984).

Akdenizde dağılım gösteren kafadanbacaklılar ile ilgili metal birikim çalışmaları kısıtlı olmakla birlikte bu çalışmaların son yıllarda Hindistan, Kore, Mısır, İspanya ve Portekiz'de (Ahdy vd., 2007; Mok vd., 2014; Nho vd., 2016; Pereira vd., 2009; Raimundo vd., 2005; Rabaoui vd., 2017; Sangiuliano vd., 2017) yapılmış olup, ülkemizde ise Antalya, Mersin ve İskenderun Körfezleri ile sınırlı

kalmıştır (Ayas & Özoğul, 2011; Duysak & Dural, 2015; Duysak & Uğurlu, 2017; Duysak vd., 2013; Korkmaz vd., 2018; Şen & Sunlu, 2007).

İnsan gıdası olarak tüketilen mürekkep balığında birikim gösteren ağır metal düzeylerinin belirlenmesi, halk sağlığını yakından ilgilendirdiği gibi avlandıkları bölgedeki kirlilik düzeyi hakkında da bilgi vermektedir. Bu çalışmada İskenderun Körfezi'nde dağılım gösteren mürekkep balıklarının erkek ve dişi bireylerinin manto, gonad ve solungaç dokularında birikim gösteren Fe, Zn, Cu, Al ve Mn metal düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma konusu olan mürekkep balıkları (*S. officinalis*) Hatay ili İskenderun ilçesindeki balık marketinden Nisan 2016 tarihinde rastgele alt örnekleme yapılarak temin edilmiş olup, çalışmada 20 dişi ve 20 erkek olmak üzere toplam 40 birey kullanılmıştır (Şekil 1). Türe ait manto boyu (cm) ve ağırlıkları (g) hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Mürekkep balığı (*Sepia officinalis*) ortalama manto boyu ve toplam ağırlıkları.

Table 1. Male/female, average wet weights, and total lengths of cuttlefish were measured.

Cinsiyet	Sayı	ML±SD	TW±SD
♂	20	14.67±0.29	436.45±28.92
♀	20	17.38±0.76	487.97±31.17

ML mean total mantle length (cm), BW mean body weight (g), SD standard deviation, number of cuttlefish, ♂/♀ male/female.



Şekil 1. Çalışma alanı.

Figure 1. Study area.

Mürekkep balıkları kilitli plastik kaplar içerisinde buz ile direk temas ettirilmeden soğuk zincirde İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen bireylerin manto boyları (MB) ölçülüp toplam ağırlıkları (TA) tartıldıktan sonra disekte edilerek erkek ve dişi ayrımları yapılmıştır. Bireylerin dokulardaki ağır metal düzeylerinin belirlenmesi için, manto (kas),

solungaç, ve gonad dokularından ortalama 1g olacak şekilde tartılıp polietilen tüplere konulmuştur. Ardından tüplere 1 ml perklorik asit (HClO₄) ve 2 ml nitrik asit (HNO₃) eklenmiştir. 15 gün oda sıcaklığında bekletilerek dokuların parçalanması sağlanmıştır. Çözeltide tamamen parçalanmış dokular Whatman (42µ) filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Tüp içerisindeki toplam hacim 10 ml olacak şekilde bidistile su ile tamamlanmıştır. Metal konsantrasyonları mg/kg yaş ağırlık olarak hesaplanmıştır (Canlı & Atlı, 2003).

İstatiksel Analiz: Mürekkep balığının farklı dokularındaki Fe, Zn, Cu, Al ve Mn metallerinin birikim düzeylerinin belirlenmesi için Mustafa Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarındaki Varian Liberty Series-II (Palo Alto, USA) marka ICP-AES (İndüktif Eşleşmiş Plazma Atomik Emisyon Spektrometresi) cihazı kullanılmıştır. Mürekkep balığı bireylerinin manto, solungaç ve ovaryum dokularından hesaplanan ağır metal birikim seviyeleri arasındaki farkların tespiti için tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) kullanılmıştır. Bütün istatistiksel analizler SPSS 17.0 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

BULGULAR

İskenderun Körfezi'nden yakalanan dişi ve erkek mürekkep balığının manto, solungaç ve gonad dokularında birikim gösteren metal konsantrasyonları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. *Sepia officinalis* bireylerinin dokularında birikim gösteren metal birikim düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık).

Table 2. Metal accumulation levels in different tissues of *Sepia officinalis* (mg/kg, wet weight).

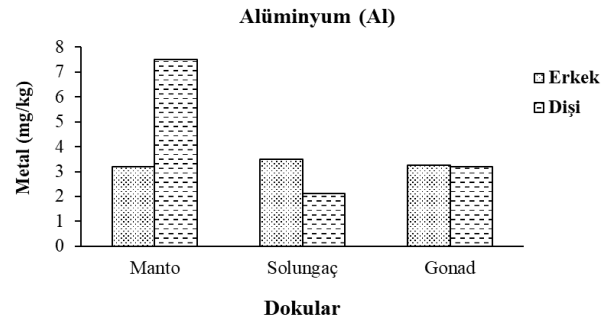
Metaller	Cinsiyet	DOKULAR		
		Manto	Solungaç	Gonad
Al	♂	3,20±0,52 ^{a,x}	3,48±0,25 ^{a,x}	3,27±0,22 ^{a,x}
	♀	7,50±1,57 ^{a,y}	2,12±0,75 ^{b,x}	3,20±1,42 ^{b,x}
Cu	♂	3,20±0,81 ^{a,x}	3,10±0,22 ^{a,x}	3,45±0,80 ^{a,x}
	♀	8,50±2,02 ^{a,y}	3,87±2,23 ^{a,x}	9,80±2,18 ^{a,y}
Fe	♂	1,46±0,18 ^{a,x}	1,85±0,22 ^{b,x}	1,99±0,06 ^{b,x}
	♀	1,25±0,56 ^{a,x}	1,87±0,12 ^{b,x}	2,20±0,81 ^{b,x}
Mn	♂	0,59±0,19 ^{a,x}	0,68±0,11 ^{a,x}	0,68±0,09 ^{a,x}
	♀	1,50±0,58 ^{a,x}	0,75±0,22 ^{a,x}	1,00±0,34 ^{a,x}
Zn	♂	1,55±0,86 ^{a,x}	1,56±0,08 ^{a,x}	1,47±0,18 ^{a,x}
	♀	1,42±0,25 ^{a,x}	1,21±0,17 ^{a,x}	1,46±0,31 ^{a,x}

(a,b) yatay olarak aynı metalin dokular arasındaki farklılığını gösterir (p<0,05).
(x,y) dikey olarak aynı dokuların cinsiyetler arasındaki farklılığını gösterir (p<0,05).

Erkek ve dişi mürekkep balıklarında en fazla birikim gösteren metallerin Al ve Cu olduğu belirlenmiştir. Dokularda metal birikim düzeylerine bakıldığında tüm dokularda en fazla Cu, en az Mn birikim gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 2).

Al: İskenderun Körfezi'nde yakalanan mürekkep balığı bireylerinde en fazla Al birikimi dişi bireylerin manto dokusunda (7,50±1,57 mg/kg), en az birikim dişi bireylerin solungaç dokusunda saptanmıştır (2,12±0,75

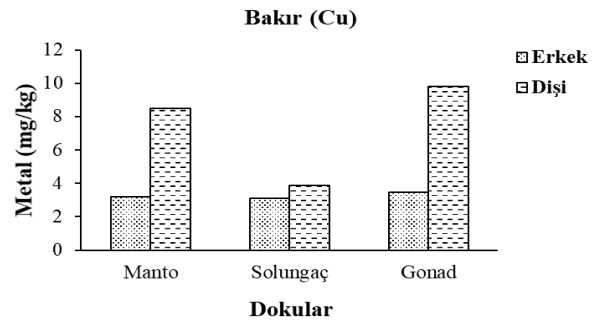
mg/kg) (Şekil 2). Al birikimi bakımından dişi bireylerin manto doku ile diğer dokular arasındaki konsantrasyon düzeyi farkının önemli (p<0,05), solungaç doku ile gonad doku arasındaki farkın önemsiz (p>0,05) olduğu tespit edilmiştir. Erkek bireylerde ise dokular arasındaki birikim farklarının önemli olmadığı hesaplanmıştır (p>0,05). Solungaç ve gonad dokularındaki Al metal birikimlerinin cinsiyetleri arasındaki farklılığın önemli olmadığı (p>0,05), manto dokusundaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Dokularda hesaplanan Al birikimi düzeyleri çoktan, aza doğru; manto> gonad> solungaç şeklinde sıralanmıştır.



Şekil 2. *S. officinalis* dokularında birikim gösteren Al düzeyleri (mg/kg).

Figure 2. Al levels showing accumulation in tissues of *S. officinalis* (mg/kg).

Cu: Mürekkep balıklarında Cu birikimi en fazla dişi bireylerin gonad dokusunda (9,80±2,18 mg/kg), en az erkek bireylerin solungaç dokusunda belirlenmiştir (3,10±0,22 mg/kg) (Şekil 3). Dokularda birikim gösteren Cu düzeyleri incelendiğinde manto ve gonad dokularında cinsiyetler arasındaki farkın önemli (p<0,05), solungaç dokularındaki farklılığın ise önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0,05). Dokularda Cu birikimi düzeyleri çoktan aza doğru; gonad> manto> solungaç şeklinde sıralanmıştır.

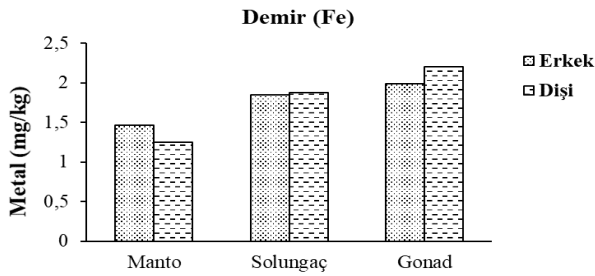


Şekil 3. *S. officinalis* dokularında birikim gösteren Cu düzeyleri (mg/kg).

Figure 3. Cu levels showing accumulation in tissues of *S. officinalis* (mg/kg).

Fe: *S. officinalis* bireylerinde en fazla Fe birikimi dişi bireylerin gonad dokusunda (2,20±0,81 mg/kg), en az birikim ise yine dişi bireylerin manto dokusunda

(1,25±0,56 mg/kg) tespit edilmiştir (Şekil 4). Dişi bireylerde manto dokusu ile diğer dokular arasındaki farklılık önemli iken ($p<0,05$), solungaç ile gonad dokusu arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Dişi ve erkek bireylerin aynı dokularındaki Fe konsantrasyonu düzeyleri arasındaki farklılığın önemli olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Dokularda Fe birikimi düzeyleri çoktan aza doğru; gonad> solungaç> manto şeklinde sıralanmıştır.

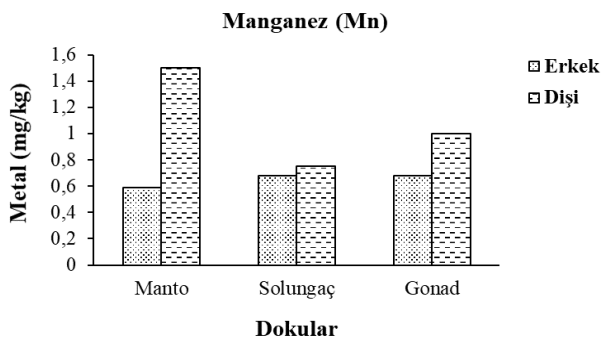


Dokular

Şekil 4. *S. officinalis* dokularında birikim gösteren Fe düzeyleri (mg/kg).

Figure 4. Fe levels showing accumulation in tissues of *S. officinalis* (mg/kg).

Mn: İskenderun Körfezi'nden yakalanan mürekkep balıklarındaki Mn birikiminin en fazla dişi bireylerin manto dokularında (1,50±0,58 mg/kg), en az birikimin ise erkek bireylerin manto dokularında (0,59±0,19 mg/kg) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). Mn birikim düzeyleri arasındaki farkın (dokular ve cinsiyetler arasında) istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). Dokularda Mn birikimi çoktan aza doğru; manto> gonad> solungaç şeklinde sıralanmıştır.



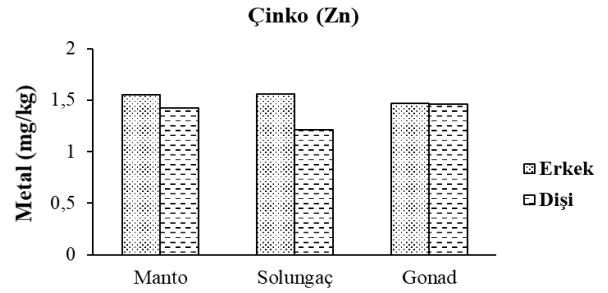
Dokular

Şekil 5. *S. officinalis* dokularında birikim gösteren Mn düzeyleri (mg/kg).

Figure 5. Mn levels showing accumulation in tissues of *S. officinalis* (mg/kg).

Zn: Mürekkep balığı bireylerinde Zn birikimi en fazla erkek bireylerin solungaç dokusunda (1,56±0,08 mg/kg), en az dişi bireylerin solungaç dokusunda (1,21±0,17 mg/kg) birikim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 6). Dişi ve erkek bireyler arasındaki Zn birikiminin cinsiyetler ve dokular arasındaki farkın önemli olmadığı

tespit edilmiştir ($p>0,05$). Dokularda Zn birikimi çoktan aza doğru; manto> gonad> solungaç şeklinde sıralanmıştır.



Dokular

Şekil 6. *S. officinalis* dokularında birikim gösteren Zn düzeyleri (mg/kg).

Figure 6. Zn levels showing accumulation in tissues of *S. officinalis* (mg/kg).

TARTIŞMA

Roomiani ve arkadaşları 2018 yılında İran'ın Bushehr sularından yakaladıkları *Sepia pharaonis* bireylerinin manto ve solungaç dokularında birikim gösteren ağır metal düzeyleri üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda manto dokusunda birikim gösteren Cu=1,345± 0,512 µg/g ve Zn= 9,323± 3,739 µg/g, solungaç dokuda ise Cu=6,951± 2,440 µg/g ve Zn= 28,86± 6,570 µg/g olarak hesaplanmışlardır (Roomiani vd., 2018). Çalışmamızda İskenderun Körfezi'nde dağılım gösteren *Sepia officinalis* bireylerinin manto dokusunda Cu erkek ve dişi bireylerde sırasıyla 3,20±0,81 mg/kg ve 8,50±2,02 mg/kg, Zn ise 1,55±0,86 mg/kg ve 1,42±0,25 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Ayas ve Özoğul 2011 yılında Mersin Körfezi'nde dişi ve erkek *S. officinalis* bireylerinin kas dokularındaki metal birikim düzeylerini araştırmışlardır. Çalışma neticesinde kas dokuda ortalama ağır metal birikim düzeylerini erkek ve dişi bireyler için sırasıyla; Fe için 9,91±0,20 µg/g ve 8,55±0,25 µg/g, Zn için 50,38±0,21 µg/g ve 50,87±0,38 µg/g ve Cu için 5,24±0,17 µg/g ve 7,64±0,12 µg/g olarak tespit etmişlerdir (Ayas & Ozogul, 2011). Çalışmamızda ise kas dokudaki ağır metal birikim düzeyleri erkek ve dişi bireyler için sırasıyla Cu için 3,20±0,81 mg/kg ve 8,50±2,02 mg/kg, Fe için 1,46±0,18 mg/kg ve 1,25±0,56 mg/kg, Mn için 0,59±0,19 mg/kg ve 1,50±0,58 mg/kg, Zn için ise 1,55±0,86 mg/kg ve 1,42±0,25 mg/kg tespit edilmiştir. İki çalışma arasındaki bu farklılığın, çalışmaların gerçekleştiği körfezlerin ve bu körfezlerin maruz kaldığı kirlilik türü ve düzeylerinin farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Duysak ve arkadaşları 2013 yılında İskenderun Körfezi'nde dağılım gösteren *S. officinalis* bireylerinin farklı dokularında birikim gösteren metal düzeylerini araştırmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada dişi

ve erkek bireylerde birikim gösteren metalleri Fe için; kas dokuda $0,35 \pm 1,53$ mg/kg ve $0,36 \pm 1,40$ mg/kg ve solungaç dokuda $1,35 \pm 0,17$ mg/kg ve $1,66 \pm 0,42$ mg/kg, Zn için; kas dokuda $7,60 \pm 0,79$ mg/kg ve $8,18 \pm 1,05$ mg/kg, solungaç dokuda $9,29 \pm 2,03$ mg/kg ve $8,47 \pm 1,92$ mg/kg, Cu için; kas dokuda $11,4 \pm 19$ mg/kg ve $12,3 \pm 18$ mg/kg, solungaç dokuda 349 ± 383 mg/kg ve 237 ± 225 mg/kg, Mn için ise; kas dokuda $0,97 \pm 0,12$ mg/kg ve $0,97 \pm 0,13$ mg/kg, solungaç dokuda $3,56 \pm 2,71$ mg/kg ve $4,88 \pm 5,11$ mg/kg hesaplamışlardır (Duysak vd., 2013). Çalışmamızla karşılaştırıldığında her iki çalışmada hesaplanan Mn birikiminin kas dokuda benzerlik gösterdiği, çalışmamızda hesapladığımız Fe konsantrasyonunun araştırmacıların hesapladıkları konsantrasyonların üzerinde olduğu, araştırmacıların hesapladıkları Zn ve Cu konsantrasyonlarının ise çalışmamızda hesapladığımız konsantrasyonlardan yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu farklılığın, çalışmaların yapıldığı zaman farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Korkmaz ve arkadaşları 2016 yılında Mersin ilinde tüketilen kabuklu ve yumuşakçaların kas dokularındaki ağır metal birikim düzeylerini tespit ettikleri çalışmada *Sepia officinalis* bireylerinin kas dokusundaki Mn birikim düzeyinin ($0,44 \pm 0,29$ mg/kg) (Korkmaz vd., 2016), çalışmamızda hesapladığımız Mn birikim düzeyleri ile benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır.

Korkmaz ve arkadaşları 2018 yılında Mersin Körfezi'nden yakalanan *Sepia officinalis* bireylerinin kas dokusunda metal birikimlerini Fe için $7,25 \pm 4,68$ mg/kg, Cu için $3,03 \pm 2,30$ mg/kg ve Zn için $15,80 \pm 4,10$ mg/kg olarak hesaplamışlardır (Korkmaz vd., 2018). Çalışmamız ile karşılaştırıldığında, çalışmamızda *Sepia officinalis* bireylerinin kas dokularındaki Fe ve Zn düzeylerinin Mersin Körfezi'nde dağılım gösteren mürekkep balıklarının kas dokularından hesaplanan konsantrasyonlardan düşük olduğu, Cu birikimleri arasında ise çok büyük farklılığın olmadığı görülmüştür. İki çalışma kıyaslandığında, kas dokularından hesaplanan Fe ve Zn birikimlerinin farklılığının; çalışmaların gerçekleştiği zaman, körfezlerin sahip oldukları kirlilik türü ve düzeylerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Sepia officinalis bireylerinin dokularındaki ağır metal birikim düzeyleri erkek bireyler için; Cu> Al> Zn> Fe> Mn ve dişi bireyler için; Al> Cu> Fe> Zn> Mn olarak hesaplanmıştır. En yoğun metal birikiminin solungaç dokuda olduğu anlaşılmıştır. Dokulara göre birikim düzeyleri Solungaç> Gonad> Manto şeklinde sıralanmıştır. Al, Fe ve Mn dişi, Cu ve Zn ise erkek bireylerin dokularında daha fazla birikim gösterdiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, son yıllarda dünyanın farklı denizlerinde ve ülkemizde yapılan denizel ağır metal birikimi çalışmalarına bakıldığında ömürlerinin kısa, metabolizmalarının hızlı olması vb. özelliklerinden dolayı kafadanbacaklılar biyoindeksör olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Duysak & Uğurlu, 2017; Duysak vd., 2013; 2015). Akdeniz'de hemen her mevsim rastlanan, belirli bir av verisi olan, biyolojisi bilinen ve insan gıdası olarak balık pazarlarında yer bulan *S. officinalis* türü kullanılarak periyodik biyo-izleme çalışmaları yapılmalı ve bu çalışmalar belirli aralıklarla aynı istasyonlar kullanılarak tekrarlanmalıdır. Böylece ilgili denizel ortamdaki değişimlerin yıllara dayalı olarak metal seviyelerindeki artış veya azalış miktarları belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- Agusa, T., Kunito, T., Sudaryanto, A., Monirith, I., Kan-Atireklap, S., Iwata, H., Ismail, A., Sanguansin, J., Muchtar, M., Tana, T.S. & Tanabe, S. (2007). Exposure assessment for trace elements from consumption of marine fish in Southeast Asia. *Environmental Pollution*, **145**(3), 766-777.
- Ahdy, H.H.H., Abdallah, A.M. & Tayel, F. (2007). Assessment of heavy metals and nonessential content of some edible and soft tissues. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, **33**(1), 85-97.
- Ali, M., Kan, K.A.S. & Sarstedt, M. (2016). Direct and configurational paths of absorptive capacity and organizational innovation to successful organizational performance. *Journal of Business Research*, **69**(11), 5317-5323.
- Ayas, D. & Ozogul, Y. (2011). The effects of season and sex in the metal levels of mature common cuttlefish (*Sepia officinalis*) in Mersin Bay, Northeastern Mediterranean. *Journal of Food Science*, **76**(4), 121-124.
- Bhuyan, A. (2017). No Zika, says key disease surveillance portal, contradicting Health Ministry, WHO. Available from: <https://thewire.in/140986/indias-disease-surveillance-reports-zero-cases-zika-contradicting-health-ministry/>
- Canlı, M. & Atli, G. (2003). The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, **121**, 129-136.
- Chailapakul, O., Korsrisakul, S., Siangproh, W. & Grudpan, K. (2008). Fast and simultaneous detection of heavy metals using a simple and reliable microchip electrochemistry route: An alternative approach to food analysis. *Talanta*, **74**(4), 683-689.

- Craig, S. & Overnell, J. (2003).** Metals in squid, Loligo forbesi, adults, eggs and hatchlings. No evidence for a role for Cu-or Zn-metallothionein. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, **134**(3), 311-317.
- Demir, M. (1952).** Boğaz ve Adalar sahillerinin omurgasız dip hayvanları. Hidrobiyoloji Mecmuası, İstanbul. **2**, 615 s.
- Duysak, Ö. (2019).** Determination of seasonal metal concentrations in seawater of the Iskenderun Bay in the Eastern Mediterranean, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, **28**(1), 495-501.
- Duysak, Ö. & Uğurlu, E. (2017).** Metal accumulations in different tissues of cuttlefish (*Sepia officinalis* L., 1758) in the Eastern Mediterranean coasts of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, **24**(10), 9614-9623.
- Duysak, Ö. & Dural, M. (2015).** Heavy metal concentrations in tissues of short-finned squid *Illex coindetii* (Cephalopoda: Ommastrephidae) (Vérany, 1839) in Iskenderun Bay, North Eastern Mediterranean. *Pakistan Journal of Zoology*, **47**(2), 447-453.
- Duysak, Ö., Ersoy, B. & Dural, M. (2013).** Metal concentrations in different tissues of cuttlefish (*Sepia officinalis*) in Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **13**(2), 205-210.
- Duysak, Ö., Sendão, J., Borges, T., Türeli, C. & Erdem, Ü. (2008).** Cephalopod distribution in Iskenderun bay (Eastern Mediterranean-Turkey). *Journal of FisheriesSciences.com* **2**(2), 118-125.
- Fang, W., Wei, Y. & Liu, J. (2016).** Comparative characterization of sewage sludge compost and soil: heavy metal leaching characteristics. *Journal of Hazardous Materials*, **310**, 1-10.
- Hajeb, P., Jinap, S., Ismail, A., Fatimah, A.B., Jamilah, B. & Rahim, M.A. (2009).** Assessment of mercury level in commonly consumed marine fishes in Malaysia. *Food Control*, **20**(1), 79-84.
- Islam, M.S., Ahmed, M.K., Raknuzzaman, M., Habibullah-Al-Mamun, M. & Kundu, G.K. (2017).** Heavy metals in the industrial sludge and their ecological risk: A case study for a developing country. *Journal of Geochemical Exploration*, **172**, 41-49.
- Jefferies, D.J. & Firestone, P. (1984).** Chemical analysis of some coarse fish from a Suffolk river carried out as part of the preparation for the first release of captive bred otters. *Journal Otter Trust*, **1**, 17-22
- Karunanidhi, K., Rajendran, R., Pandurangan, D. & Arumugam, G. (2017).** First report on distribution of heavy metals and proximate analysis in marine edible puffer fishes collected from Gulf of Mannar Marine Biosphere Reserve, South India. *Toxicology Reports*, **4**, 319-327.
- Katağan, T. & Kocataş, A. (1990).** Note Preliminaire Sur Les Cephalopodes Des Eaux Turques, *Rapports et Proces-Verbaux des Reunions-Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Mediterranee*, **32**(1), 242.
- Katağan, T. & Benli, H.A. (1990).** New Cephalopod (Mollusca) species for the Turkish seas. *Doğa-Turkish Journal of Zoology*, 156-161.
- Katağan T., Salman, A. & Benli, H.A. (1993).** The Cephalopod fauna of the Sea of Marmara. *Israel Journal of Zoology*. **39**, 255-261.
- Korkmaz, C., Ay, Ö., Çolakfakioğlu, C. & Erdem, C. (2018).** Heavy metal levels in some edible crustacean and mollusk species marketed in Mersin. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, **35**, 65-71.
- Korkmaz, C., Ay, Ö. & Çolakfakioğlu, C. (2016).** Mersin ilinde tüketime sunulan kabuklu ve yumuşakça türlerinin kas dokularında ağır metal düzeyleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **12**(2), 101-109.
- Lao, Q., Su, Q., Liu, G., Shen, Y., Chen, F., Lei, X., Qing, S., Wei, C., Zhang, C. & Gao, J. (2019).** Spatial distribution of and historical changes in heavy metals in the surface seawater and sediments of the Beibu Gulf, China. *Marine Pollution Bulletin*, **146**, 427-434.
- Mangold, K. & Boletzky, S.V. (1987).** Cephalopodes. Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche. (Revision1) *Mediterranee et Mer Noire. Zone de peche 37. 1*, 633714.
- Mok, J.S., Kwon, J.Y., Son, K.T., Choi, W.S., Kang, S. R., Ha, N.Y., Jo, M.R. & Kim, J.H. (2014).** Contents and risk assessment of heavy metals in marine invertebrates from Korean coastal fish markets. *Journal of Food Protection*, **77**(6), 1022-1030.
- Navarro, J.C. & Villanueva, R. (2003).** The fatty acid composition of *Octopus vulgaris* paralarvae reared with live and inert food: deviation from their natural fatty acid profile. *Aquaculture*, **219**(1-4), 613-631.
- Nho, E.Y., Khan, N., Choi, J.Y., Kim, J.S., Park, K.S., Kim, K.S. (2016).** Determination of toxic metals in cephalopods from South Korea. *Analytical Letters*, **49**(10), 1578-1588.
- Nimmo, D.R., Willox, M.J., Lafrancois, T.D., Chapman, P.L., Brinkman, S.F. & Greene, J.C. (1998).** Effects of metal mining and milling on boundary

- waters of Yellowstone National Park, USA. *Environmental Management*, **22**(6), 913-926.
- Nesis, K.N. (1987).** Cephalopods of the World, Senior Scientis, Department of Nekton, P.P. Shirshov Institute of Oceanology, USSR Academy of Sciences, Moscow. **351**.
- Pereira, P., Raimundo, J., Vale, C. & Kadar, E. (2009).** Metal concentrations in digestive gland and mantle of *Sepia officinalis* from two coastal lagoons of Portugal. *Science of the Total Environment*, **407**(3), 1080-1088.
- Raimundo, J., Pereira, P., Vale, C. & Caetano, M. (2005).** Fe, Zn, Cu and Cd concentrations in the digestive gland and muscle tissues of *Octopus vulgaris* and *Sepia officinalis* from two coastal areas in Portugal. *Ciencias Marinas*, **31**(1), 243-251.
- Rabaoui, L., El Zrelli, R., Balti, R., Mansour, L., Courjault-Radé, P., Daghouj, N. & Tlig Zouari, S. (2017).** Metal bioaccumulation in two edible cephalopods in the Gulf of Gabes, South-Eastern Tunisia: environmental and human health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, **24**(2), 1686-1699.
- Roomiani, L., Jamili, Sh., Askary Sary A. & Ahmadi, S. (2018).** The relationships between heavy metals (As, Cd, Cu, Zn, Pb, Hg, Ni) levels and the size of pharaoh cuttlefish (*Sepia pharaonis*) from Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* **17**(2), 267-287.
- Roper, C.F.E., Sweeney, M.J. & Nauen, C. (1984).** Cephalopods of the world, An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis*, **4**(3), 125-277.
- Sangiuliano, D., Rubio, C., Gutiérrez, A.J., González-Weller, D., Revert, C., Hardisson, A., Zanardi, E. & Paz, S. (2017).** Metal concentrations in samples of frozen cephalopods (cuttlefish, octopus, squid, and shortfin squid): an evaluation of dietary intake. *Journal of Food Protection*, **80**(11), 1867-1871.
- Sikorski, Z.E. & Kolodziejka, I. (1986).** The composition and properties of squid meat. *Food Chemistry*, **20**(3), 213-224.
- Singh, K.P., Mohan, D., Singh, V.K. & Malik, A. (2005).** Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti river sediments - a tributary of the Ganges, India. *Journal of Hydrology*, **312**, 14-27.
- Srivastava, A. & Jain, V.K. (2007).** Size distribution and source identification of total suspended particulate matter and associated heavy metals in the urban atmosphere of Delhi. *Chemosphere*, **68**(3), 579-589.
- Sivaperumal, P., Sankar, T.V. & Nair, P.V. (2007).** Heavy metal concentrations in fish, shellfish and fish products from internal markets of India vis-a-vis international standards. *Food Chemistry*, **102**(3), 612-620.
- Şen, H. & Sunlu, U. (2007).** Effects of Cadmium (CdCl₂) on development and hatching of eggs in European squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) (Cephalopoda: Loliginidae). *Environmental Monitoring and Assessment*, **133**(1-3), 371.
- Tchounwou, P.B., Ishaque, A.B., Sutton, D., Ninashvili, N. & Shen, E. (2002).** Biomarkers of sensitivity and effect associated with cadmium and mercury toxicity in human liver carcinoma (HepG2) cells. In: Khassanova I, Collery P, Maynard I, Khassanova Z, Etienne JC, editors. Metal ions in biology and medicine: Paris: John Libbey Eurotext. **7**, 132-137.
- Terra, B.F., Araújo, F.G., Calza, C.F., Lopes, R.T. & Teixeira, T.P. (2008).** Heavy metal in tissues of three fish species from different trophic levels in a tropical Brazilian river. *Water, Air, and Soil Pollution*, **187**(1-4), 275-284.
- Varol, M. (2011).** Assessment of heavy metal contamination in sediments of the Tigris River (Turkey) using pollution indices and multivariate statistical techniques. *Journal of Hazardous Materials*, **195**, 355-364.
- Yardım, Ö. & Bat, L. (2020).** Distribution of Metals in Organs and Tissues of *Cyprinus carpio* L., 1758 from Kızılırmak. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **5**(3), 290-294. DOI: [10.35229/jaes.706424](https://doi.org/10.35229/jaes.706424)
- Yi, Y., Tang, C., Yi, T., Yang, Z. & Zhang, S. (2017).** Health risk assessment of heavy metals in fish and accumulation patterns in food web in the upper Yangtze River, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **145**, 295-302.
- Yi, Y.J., Yang, Z.F. & Zhang, S.H. (2011).** Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin. *Environmental Pollution*, **159**, 2575-2585.



Kestane Ahşap Elemanlarının Yüze Özellikleri Üzerine Doğal Yaşlanmanın Etkisi

Elif TOPALOĞLU^{1*} Derya USTAÖMER²

¹Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Giresun, Türkiye

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon, Türkiye

Geliş/Received: 10.09.2020

Kabul/Accepted: 18.11.2020

Atıf yapmak için: Topaloğlu, E. & Ustaömer, D. (2020). Kestane Ahşap Elemanlarının Yüze Özellikleri Üzerine Doğal Yaşlanmanın Etkisi. *Anadolu Çevre ve Hayv. Dergisi*, 5(4), 563-569.

How to cite: Topaloğlu, E. & Ustaömer, D. (2020). Effect of Natural Aging on Surface Properties of Chestnut Wooden Elements. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 563-569.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-4736-8702>

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0102-818X>

***Sorumlu yazarın:**

Elif TOPALOĞLU

Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Giresun, Türkiye.

✉: elif.topaloglu@giresun.edu.tr

Cep telefonu : +90 (538) 258 43 08

Telefon : +90 (454) 310 30 53

Faks : +90 (454) 216 54 57

Öz: Bu çalışmanın amacı Doğu Karadeniz Bölgesi, Giresun ilinde bulunan ve kentsel sit alanı olarak tescil edilmiş Zeytinlik Mahallesi'nde rastgele belirlenen örnek evlerin farklı kısımlarından alınan ve herhangi bir koruyucu kimyasalla empenye edilmemiş ahşap elemanların bazı yüze özelliklerinin (renk parametreleri, parlaklık ve yüze pürüzlülüğü) araştırılmasıdır. Eski ahşap elemanlar ve günümüz odun örneğinin (kontrol örneği) yüze özellikleri ölçümleri ilgili standartlara göre gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, tüm eski ahşap elemanların dış yüzeylerinin renk parametrelerinde (L^* , a^* ve b^* değerleri) kontrol örneğine kıyasla azalma olduğu, doğal yaşlanmanın etkisiyle gerek ışığa gerekse rutubete maruz kalan dış yüzeylerin zamanla parlaklığını kaybettiği ve yüze pürüzlülük değerlerinde genel olarak bir artışın olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğal yaşlanma, eski odun, tarihi ahşap yapılar, yüze özellikleri.

Effect of Natural Aging on Surface Properties of Chestnut Wooden Elements

***Corresponding author's:**

Elif TOPALOĞLU

Giresun University, Vocational School of Technical Sciences, Giresun, Turkey.

✉: elif.topaloglu@giresun.edu.tr

Mobile telephone : +90 (538) 258 43 08

Telephone : +90 (454) 310 30 53

Fax : +90 (454) 216 54 57

Abstract: The aim of this study is to investigate the some surface properties (color, brightness and surface roughness) of the wooden elements not impregnated with any protective chemicals and taken from different parts of randomly selected sample houses in Zeytinlik district which is registered as a third degree urban protected area in Giresun, Eastern Black Sea Region. The surface properties of old wooden elements and recent wood sample were measured according to relevant standards. As a result of this study, it was found that the color parameters (L^* , a^* and b^* values) of the outer surfaces of all old wooden elements decreased compared to the control sample, the outer surfaces exposed to both light and moisture with the effect of natural aging lost their brightness over time and generally surface roughness values increased.

Keywords: Historical wooden structures, natural aging, old wood, surface properties.

GİRİŞ

Ahşap, Anadolu'da ormanların bol olduğu yörelerde hem ekonomik oluşu hem de kolay elde edilip işlenebilmesi nedeniyle özellikle konut yapılarında çok fazla kullanılmıştır (Tayla, 2007). Ayrıca, ekolojik mimarlıkta ekolojik tasarım kriterleri ile birebir uyuşan malzemelerin başında sürdürülebilir olma özelliğine sahip tek yapı malzemesi olarak ahşap malzeme gelmektedir (Bostancıoğlu & Düzgün Birer, 2004). Ahşabın kalitesi,

tasarım düzeyi, işçilik, dış çevre ve iç çevre koşulları, bakım ve onarım koşulları gibi olası etkenler, ahşabın hizmet ömrüne etki eden faktörler arasında yer almaktadır (Yaman, 2007). Yapı malzemesi olarak kullanılan ağaç malzemenin biyolojik bozunması mantarlar, bakteriler, böcekler, deniz hayvanları; fiziksel bozunması yangın, aşınma, hava şartları; kimyasal bozunması ise kuvvetli asitler ve alkaliler tarafından etkilenmesi sonucunda

oluşmaktadır (Bozkurt vd., 1993). Malzemenin kalitesi ve yapıya etki eden yükün geçmişi ve süresi de ahşap elemanların yapısını etkilemektedir (Cavalli vd., 2016). Ahşap malzemenin uzun süren kullanımı sırasında oluşan yaşlanmaya bağlı olarak mikro yapısında ve kimyasal bileşenlerinde değişimler oluşmakta ve bu değişimlere bağlı olarak da fiziksel ve mekanik özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir (Kránitz vd., 2016). Sonuç olarak tüm bu bozunmalar sonucunda ağaç malzemede; çürüme, ağırlık kaybı, çatlama, boyut değiştirme, renk değişikliği, yüzey kabarıklığı, yanma vb. hasarlar meydana gelebilmektedir.

Ahşap ve ahşap yapı elemanlarının gerek odun özellikleri gerekse uzun dönem performansları, tahribatsız (nondestructive) ve tahribatlı (destructive) yöntemler uygulanarak belirlenmektedir. Tarihi ahşap yapıların dayanıklılık durumlarını ve kullanılan ağaç malzemelerin odun özelliklerini tahribatlı yöntemle belirleyen bazı çalışmalar ve sonuçları şu şekilde özetlenebilir: Erdin ve Tırak, (2009) 1784 yılında yapımı tamamlanan İshak Paşa Sarayı'nın kapı-pencere lentolarından ve ahşap heykellerden alınan odun örneklerinin makroskopik ve mikroskopik özelliklerini belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda odun örneklerinin sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununa ait oldukları belirlenmiş olup bu ağaç türünün günümüze kadar varlığını sürdürmüş olmasının ağaç malzemenin hizmet ömrü konusundaki yanlış düşünceleri yıkmak bakımından önemli olduğunu vurgulamışlardır. Yokoyama vd., (2009) tarihi Japon evlerinden alınan Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) odununun önce yaş değerlendirmesini yaparak mekanik özelliklerinin zamanla değişimini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, Hinoki odununun liflere dik yönde olağandışı bir harekete maruz kalmadığı sürece güvenli olabileceğini ve bu büyük ahşap yapıların 1200 yıldan daha fazla varlığını sürdürmüş olmalarının bu sonucun en net göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. Bozkurt, (2011) geleneksel Tekirdağ evlerinde kullanılmış meşe odununu kimyasalla koruma uygulamalarının odunun mekanik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Eski yapılarda kullanılan ahşaba uygulanan koruma yöntemleri kadar ahşabın sağlam ya da bozunmuş (çatlak, çürük vb.) olmasının direnç değerleri üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Palaşoğlu, (2012) Artvin ve Ordu illerinde bulunan üçer tarihi ahşap yapıdan alınan odun örneklerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemiştir. Her iki ildeki tarihi yapıların kullanım ömrü (100, 110, 120 yıl) arttıkça araştırılan odunun performans özelliklerinde azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Kaba, (2012) Safranbolu ve Trabzon illerindeki tarihi ahşap yapılardan alınan odun örneklerinin mekanik özelliklerini araştırmıştır. Odun örneklerinin liflere paralel basınç direnci, dinamik eğilme direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde yıllara bağlı

olarak azalma olduğunu belirlemiştir. Doğu vd., (2017) Yunanistan'da Büyük Meteoron Manastırı'nda yapılan restorasyon çalışmaları esnasında bir balkonun iç tarafında kullanılmış ve 400 yıldan daha fazla dış hava koşullarına maruz kalmış çok eski bir kereste yapı elemanının tür teşhisini yaparak odunun makroskopik, mikroskopik ve kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir.

Yapılarda taşıyıcı eleman, duvar, döşeme, çatı taşıyıcı elemanı gibi görevleri üstlenen ağaç malzemelerin hizmet ömrü boyunca abiyotik ve biyotik faktörlerin etkisiyle odun özelliklerinde bozunmalar meydana gelebilmektedir. Özellikle, kullanılan ağaç malzemeler koruyucu kimyasal maddeler ile emprenye edilmemiş ise meydana gelen tahribat daha fazla olabilmektedir. Geleneksel ahşap yapılarda kullanılan ağaç malzemelerin hizmet ömrü konusunda daha fazla bilgiye sahip olabilmek ve eski ağaç malzemelerin yeniden kullanılıp kullanılmayacağı konusunda karar verebilmek için kullanılan ağaç malzemelerin odun özelliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, geleneksel Giresun-Zeytinlik evlerinde kullanılmış ve herhangi bir koruyucu kimyasalla emprenye edilmemiş eski ahşap elemanların yüzey özelliklerinin araştırılmasıdır. Ayrıca, elde edilen bulgular, günümüz odun örneğinden (kontrol örneği) elde edilen bulgularla kıyaslanarak eski ahşap elemanların günümüze gelinceye kadar yüzey özelliklerindeki değişimin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Materyal: Giresun-Zeytinlik Mahallesi'nde saha çalışmaları sırasında rastgele belirlenen üç evden toplam 6 adet eski ahşap eleman alınmıştır. Bu ahşap elemanlar; taşıyıcı eleman olarak görev yapan sütun ayağı, cephe elemanı olarak görev yapan cephe taşıyıcısı, pencere denizliği ve pencere panjuru ve çatı elemanı olarak görev yapan mertek ve çatı mahyasıdır. Araştırma materyali olarak alınan tüm ahşap elemanlar, iklimlendirme odasında hava kurusu hale (%12 rutubete) gelinceye kadar bekletilmiştir. Eski ahşap elemanların isimleri ve alındıkları evlerin yaklaşık olarak yaşlarına ait bilgiler Tablo 1'de belirtilmiştir.

Tablo 1. Eski ahşap elemanların isimleri ve alındıkları evlerin yaklaşık olarak yaşları.

Table 1. The names of the old wooden elements and the approximate age of the houses from which they were taken.

Eski ahşap elemanlar	Yaş (yıl)
Cephe taşıyıcısı	120
Mertek	120
Çatı mahyası	120
Sütun ayağı	88
Pencere denizliği	113
Pencere panjuru	113

Yapılan anatomik incelemeler sonucunda geleneksel Zeytinlik evlerinde kullanılan ahşap elemanlara ait odun örneklerinin Giresun ilinde de yayılış gösteren Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) türüne ait olduğu belirlenmiştir. Eski odun örneklerinin makroskopik görünüşleri Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü üzere yüzey özelliklerini belirlemek için araştırma materyali olarak alınan eski ahşap elemanların her birinin uç bölgesinden olmak üzere enine yönde 10 cm uzunluğunda parçalar kesilmiştir. Doğal yaşlanmanın eski ahşap elemanların yüzey özelliklerindeki değişimi anlayabilmek ve karşılaştırma yapabilmek için günümüz odun örneğini temsilen bir adet kestane ağacı kesilerek kontrol odun örnekleri hazırlanmıştır. Geleneksel Zeytinlik evlerinden alınan ahşap elemanlardan cephe taşıyıcısı, pencere denizliği ve pencere panjuru cephe elemanı olarak, mertek ve çatı mahyası çatı elemanı olarak ve sütun ayağı taşıyıcı eleman olarak görev yapan yapı elemanlarıdır. Evlerden alınan tüm ahşap elemanların kesildikleri ağacın öz odun kısmından üretildikleri ve diri odun kısmına pek rastlanmadığı makroskopik olarak tespit edilmiştir. Pencere denizliği ve pencere panjuru elemanlarının açık hava etkisine ve ultraviyole (UV) ışınlarına maruz kaldığı; dış yüzeylerindeki renk değişimi ve yüzey renginin gümüşümsü renge dönüşmesi, lifler yönündeki yarılmalar ve küçük çatlakların oluşumuyla gözlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Eski odun örneklerinin makroskopik görünüşleri (a: çatı mahyası, b: mertek, c: cephe taşıyıcısı, d: sütun ayağı, e: pencere denizliği, f: pencere panjuru).

Figure 1. Macroscopic views of old wood specimens (a: roof ridge, b: rafter, c: front support, d: column pillar, e: window sill, f: window blinds).

Metot

Renk Parametreleri: Günümüz odun örneği ve eski odun örneklerinin renk ölçümleri, CIE L* a* b* renk sistemine göre Konica Minolta CM-2600d renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır (CIELAB, 2008). Ölçümler, odun örneklerinin dış yüzeyinde ve teğet kesitinde dört farklı noktadan gerçekleştirilmiştir. CIELAB renk ölçeğinde delta değerleri (ΔL^* , Δa^* ve Δb^*), bir standart ve örneğin L*, a* ve b*'de birbirinden ne kadar farklı olduğunu gösterir. Numunenin standarttan daha kırmızı veya daha yeşil olup olmadığı delta değerinin işareti ile gösterilir. Örneğin Δa^* pozitifse numune standarttan daha kırmızıdır, Δb^* pozitifse numune standarttan daha sarıdır ve ΔL^* pozitifse numune standarttan daha açık renktedir. Toplam renk farkı (ΔE^*), numunenin ve standardın L*, a* ve b* arasındaki farkları dikkate alan tek bir değerdir ve aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (CIELAB, 2008).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

Parlaklık: Günümüz odun örneği ve eski odun örneklerinin parlaklık ölçümleri, odun örneklerinin dış yüzeyinde ve teğet kesitinde olmak üzere dört farklı noktadan ISO 2470-1, (2016) standardına göre Konica Minolta CM-2600d spektrofotometre cihazı ile belirlenmiştir.

Yüzey Pürüzlülüğü: Günümüz odun örneği ve eski odun örneklerinin yüzey pürüzlülük ölçümleri, DIN 4768, (1990) standardına göre TR100 yüzey pürüzlülük test cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülük ölçümleri, odun örneklerinin dış yüzeyinde ve teğet kesitinde liflere dik yönde olmak üzere dört farklı noktadan gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sonucunda Ra (ortalama pürüzlülük değeri) ve Rz (on noktanın ortalama pürüzlülük değeri) değerleri belirlenmiştir.

BULGULAR

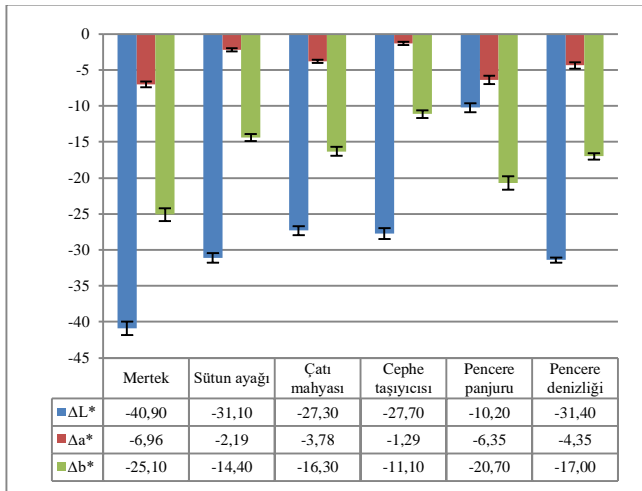
Renk Parametreleri: Günümüz odun örneği ve eski odun örneklerinin renk koordinatları (L, a, b) Tablo 2'de belirtilmektedir.

Tablo 2. Günümüz odun örneği ve eski odun örneklerinin renk koordinatları.

Table 2. Color coordinates of recent wood sample and old wood samples.

Deney örnekleri	Renk koordinatları		
	L*	a*	b*
Günümüz odun örneği	65,63 (1,53)	7,17 (0,62)	26,87 (1,22)
Mertek	24,73 (1,16)	0,21 (0,10)	1,82 (0,19)
Sütun ayağı	34,56 (1,40)	4,98 (0,44)	12,50 (0,75)
Çatı mahyası	38,31 (1,08)	3,38 (0,31)	10,62 (0,64)
Cephe taşıyıcısı	37,95 (0,82)	5,87 (0,99)	15,79 (0,65)
Pencere panjuru	55,48 (1,15)	0,82 (0,12)	6,17 (0,47)
Pencere denizliği	34,19 (0,86)	2,81 (0,31)	9,87 (0,12)

Ölçümler sonucunda belirlenen renk koordinatları değerlerine göre günümüz odun örneğinin ışıklılık ölçeği (L^*) değerinin eski odun örneklerinin değerlerinden daha yüksek olduğu ve doğal yaşlanmayla birlikte eski odun örneklerinin renklerinin koyulaştığı tespit edilmiştir. Buna göre günümüz kestane odun örneğinin dış yüzeyi eski odun örneklerinin dış yüzeylerinden daha açık renktedir. L^* değerindeki en yüksek azalmanın mertek elemanında, en düşük azalmanın pencere panjuru elemanında olduğu belirlenmiştir. Buna göre eski ahşap elemanlardan mertek odun örneğinin en koyu ahşap elemanı olduğu sonucuna varmak mümkündür. Eski odun örneklerinin ΔL^* , Δa^* , Δb^* değerlerine ait grafik Şekil 2' de belirtilmektedir. Tüm eski kestane odun örnekleri için negatif ΔL^* değerleri kaydedilmiştir. Renk koordinatlarından a^* ve b^* değerleri de doğal yaşlanma süresi boyunca değişiklik göstermiştir. Tüm eski odun örnekleri için negatif Δa^* ve Δb^* değerleri kaydedilmiştir. Buna göre, eski odun örneklerinin renklerinin günümüz odun örneğine göre daha yeşil ve daha mavi tonlarda olduğu sonucuna varmak mümkündür.

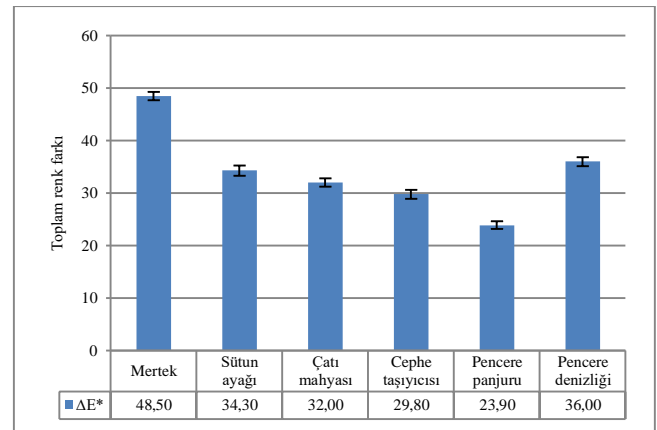


Şekil 2. Eski odun örneklerinin ΔL^* , Δa^* ve Δb^* değerleri.
Figure 2. ΔL^* , Δa^* and Δb^* values of old wood samples.

Mertekler, çatı elemanı olup çatı kaplama malzemeleri, yalıtım tabakaları ve çatı örtü malzemelerini taşımaktadır (Türkçü, 2004). Çatı örtüsündeki bir baca ya da eksik çatı kiremitleri suyun yapıya girmesi için bir yol oluşturabilir. Çatı kaplaması bozulduktan sonra, çatı aşıklarının veya çatı kirişlerinin üst kısımları nem sızıntısına ve ahşap çürüme mantarlarına maruz kalır. Çatı ve dış duvarlardaki diğer yapısal elemanlara zarar verebilecek aktif sızıntılar meydana gelebilir (Lebow & Anthony, 2012). Bu çalışmada 120 yıllık hizmet ömrü boyunca rutubete maruz kalan mertek elemanının zaman içinde dış yüzeyi koyulaşmıştır. Nitekim, Panshin ve Zeuw, (1970) bazı ağaçların öz odunlarının su ile yıkanmasının bir sonucu olarak koyulaştığını belirtmişlerdir. Budakçı ve Karamanoğlu, (2014) 12 ay açık hava iklim şartlarına korumasız olarak maruz

birakılan Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) diri odun örneklerinin renk değerlerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Tımar vd., (2017) Ghimbav-Brasov'daki bir Sakson evindeki eski bir kirişten aldıkları yaşlı göknar odun örneği için renk koordinat değerlerini (L , a ve b) sırasıyla 46,10, 6,50, 15,47 olarak ve kontrol örneği olarak aldıkları yeni göknar odunu için 81,80, 4,65 ve 17,81 olarak belirlemişlerdir.

Tüm eski odun örneklerinin hizmet ömrü süresi boyunca dış yüzeylerinde meydana gelen toplam renk farkını ifade eden ΔE^* değerleri Şekil 3'te belirtilmektedir.



Şekil 3. Eski odun örneklerinin toplam renk farkı.

Figure 3. Total color difference of old wood samples.

En yüksek ΔE^* değeri (48,50) mertek elemanı için, en düşük değer (23,90) pencere panjuru elemanı için kaydedilmiştir. Diğer eski odun örneklerinin ΔE^* değerleri 29,80-36,00 arasında değişmektedir. Şekil 3'te en yüksek renk değişimi gösteren mertek elemanından sonra pencere denizliği elemanının yer aldığı görülmektedir. Pencere denizliği, yapıda cephe elemanı olarak görev yapmaktadır. Açık hava etkilerine (ultraviyole ışınları, yağmur, kar, rüzgar, havanın bağıl nemi vb.) doğrudan maruz kaldığı için yüzey rengi koyulaşmıştır. Nitekim, bazı ağaçların öz odunları, ultraviyole ışınlarının etkisi ve su ile yıkanma sonucunda kayda değer ölçüde koyulaşır (Panshin & Zeuw, 1970). Ayrıca pencere denizliği gibi düz ve yatay yüzeyler nemin birikmesine izin verebilir ve tamamen suyla doymuş olabilir (Lebow & Anthony, 2012). Matsuo vd., (2011) Japonya'da geleneksel yapılarda kullanılan Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) odununun doğal yaşlanmayla birlikte meydana gelen renk değişimini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda doğal olarak yaşlanmış odun örneklerinin renk parametrelerinden L^* değerlerinin azaldığını, a^* ve b^* değerlerinin arttığını ve toplam renk farklılığı (ΔE^*_{ab}) değerlerinin zamanla arttığını belirlemiş olup doğal yaşlanma sırasındaki renk değişimlerinin esas olarak hafif bir termal oksidasyon olarak açıklanabileceği sonucuna varmışlardır.

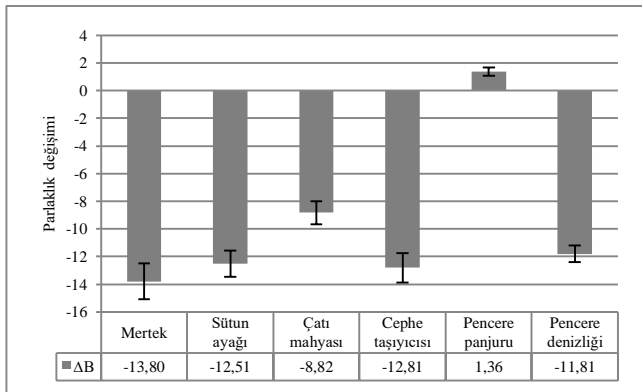
Parlaklık: Günümüz odun örneği ve eski odun örneklerinin parlaklık değerleri (B) Tablo 3'te belirtilmektedir. Pencere panjuru odun örneğinin dış yüzeyinin en yüksek parlaklık değerine sahip olduğu, mertek odun örneğinin ise en düşük parlaklık değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Günümüz odun örneği ve eski odun örneklerinin parlaklık değerleri.

Table 3. Brightness values of recent wood and old wood samples.

Deney örnekleri	Parlaklık değeri (B)
Günümüz odun örneği	17,32 (0,79)
Mertek	3,52 (0,43)
Sütun ayağı	4,81 (0,60)
Çatı mahyası	8,51 (0,41)
Cephe taşıyıcısı	4,51 (0,43)
Pencere panjuru	18,68 (0,60)
Pencere denizliği	5,51 (0,61)

Hizmet süresi boyunca eski odun örneklerinin dış yüzeylerinin günümüz odun örneğine göre gösterdikleri parlaklık değişimleri (ΔB) Şekil 4'te belirtilmektedir. Pencere panjuru odun örneği hariç diğer tüm eski odun örneklerinin ΔB değerleri negatif olarak belirlenmiştir. En yüksek parlaklık değişiminin mertek odun örneğinde meydana geldiği ve bu değişimin sırasıyla cephe taşıyıcısı, sütun ayağı, pencere denizliği ve çatı mahyası odun örneklerinde meydana geldiği gözlenmiştir. Pencere panjuru odun örneğinin ΔB değeri pozitif olup günümüz odun örneğinden daha parlak bir dış yüzeye sahip olduğu sonucuna varmak mümkündür. Bu sonuç, pencere panjuru elemanının dış ortam koşullarına doğrudan maruz kalan bir cephe elemanı olması ile açıklanabilir. Nitekim, Williams, (2005) UV radyasyonunun ahşabın yapısal bileşenlerinden lignin ve karbonhidratları kimyasal olarak bozmak için yeterli enerjiye sahip olduğunu, dış ortam koşullarına maruz kalan ahşabın hızlı bir renk değişikliğine uğradığını ve yağmurun suda çözünen kimyasalları ahşap yüzeyinden yıkadığını belirtmiştir.

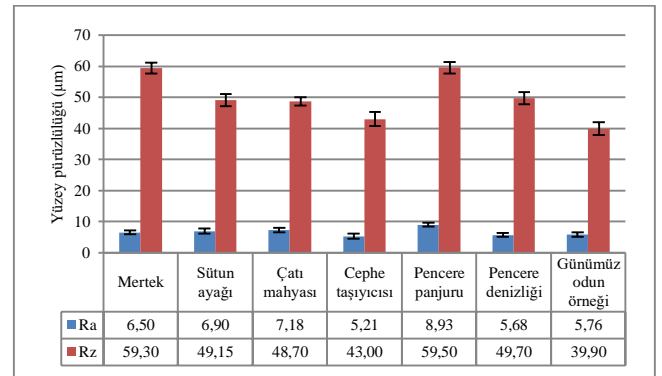


Şekil 4. Eski odun örneklerinin parlaklık değişimleri.
Figure 4. Changes in brightness of old wood samples.

Parlaklık, odunun ışığı yansıtmasını sağlayan bir özelliktir. Odunun parlaklığı, kısmen ışığın yüzeye

çarpma açısına ve bu yüzeydeki hücre tipine bağlıdır (Panshin & Zeeuw, 1970). Budakçı ve Karamanoğlu, (2014) 12 ay açık hava iklim şartlarına korumasız olarak maruz bırakılan Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) diri odun örneklerinin parlaklık değerlerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Oberhofnerová vd., (2017) Prag'da 12 ay boyunca dış ortam koşullarına maruz bırakılan iğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarının 12 ay sonrasında parlaklık değerlerinde genel olarak azalma gözlemlediklerini rapor etmişlerdir.

Yüzey Pürüzlülüğü: Günümüz odun örneği ve eski odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri (R_a , R_z) Şekil 5'te belirtilmektedir. Grafikten görüleceği üzere cephe taşıyıcısı ve pencere denizliği odun örnekleri hariç olmak üzere diğer tüm eski odun örneklerinin ortalama pürüzlülük değerleri (R_a) günümüz odun örneğine göre daha yüksektir. Tüm eski odun örneklerinin ortalama pürüzlülük değerleri (R_z), günümüz odun örneğine kıyasla daha yüksektir. Pencere panjuru odun örneğinin en yüksek R_a (8,93 μm) ve R_z (59,50 μm) değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Binalarda cephe elemanı görevi üstlenen pencere panjurları, dış ortam faktörlerine (güneş ışınları, yağmur, kar, rutubet, rüzgar vb.) doğrudan maruz kalmaktadır. Dış ortam faktörlerine maruz kalma süreci odun yüzeyinin bozunmasına neden olur. Önce odunun rengi değişir, sonra yüzey lifleri gevşer ve aşınır (Williams, 2005). Oberhofnerová vd., (2017) Prag'da 12 ay boyunca dış ortam koşullarına maruz bırakılan iğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunlarının yüzey pürüzlülük değerlerinin 12 ay sonra arttığını belirlemişlerdir.



Şekil 5. Eski odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerleri.
Figure 5. Surface roughness values of old wood samples.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonuçları, Zeytinlik evlerinde kullanılan eski ahşap elemanlara ait odun örneklerinin renk, parlaklık ve yüzey pürüzlülüğü gibi yüzey özelliklerinin hizmet süresi boyunca doğal yaşlanmayla birlikte değiştiğini göstermektedir. Ayrıca eski ahşap elemanların emprenye edilmemiş olması bu elemanların

günümüze gelinceye kadar renklerinde meydana gelen koyulaşmayı da açıklamaktadır. En büyük renk değişimi (ΔE^*) ve parlaklık değişimi (ΔB), 120 yıllık bir hizmet süresi sonrasında mertek elemanına ait odun örneklerinde belirlenmiştir. Tüm eski ahşap elemanlara ait odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerlerinden özellikle Rz değerlerinin günümüz odun örneğinin Rz değerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Zeytinlik evlerinden alınan eski ahşap elemanların günümüze gelinceye kadar odun yüzey özelliklerinde meydana gelen bu değişimler üzerinde gerek çevresel koşulların gerekse odun yapısının etkili olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Giresun Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen FEN-BAP-A-230218-46 nolu araştırma projesinden üretilmiştir. Bu çalışmanın gerçekleşmesi ve tamamlanmasında maddi destek sağlayan Giresun Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine ve proje süresince katkılarından dolayı Doç Dr. Emrah Peşman ve Arş. Gör. Murat Öztürk'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Bostancıoğlu, E. & Düzgün Birer, E. (2004).** Ekoloji ve ahşap-Türkiye'de ahşap malzemenin geleceği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **9**(2), 37-44.
- Bozkurt, A.Y., Göker, Y. & Erdin, N. (1993).** *Emprenye Tekniği*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3779, O.F. Yayın No: 425, İstanbul, 429s.
- Bozkurt, Ö. (2011).** Geleneksel Tekirdağ evlerinde kullanılmış meşe ahşabının mekanik özellikleri ve kimyasalla koruma uygulamalarının mekanik özellikler üzerine etkisi. *Politeknik Dergisi*, **14**(2), 115-119.
- Budakçı, M. & Karamanoğlu, M. (2014).** Açık hava koşullarının odunun bazı fiziksel özelliklerine etkileri. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, **14**(1), 37-47.
- Cavalli, A., Cibecchini, D., Togni, M. & Sousa, H.S. (2016).** A review on the mechanical properties of aged wood and salvaged timber. *Construction and Building Materials*, **114**, 681-687. DOI: [10.1016/j.conbuildmat.2016.04.001](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.001)
- DIN 4768. (1990).** *Determination of values of surface roughness parameters Ra, Rz, Rmax using electrical contact (stylus) instruments. Concepts and measuring conditions*; Deutsches Institut für Normung E.V. (DIN), 3p.
- Doğu, D., Yilgör, N., Mantanis, G. & Tuncer, F. D. (2017).** Structural evaluation of a timber construction element originating from the Great Metéoron Monastery in Greece. *BioResources*, **12**(2), 2433-2451.
- Erdin, N. & Tırak, K. (2009).** Identification of wooden objects in Ishak Pasha Palace. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, **59**(2), 125-136.
- CIELAB. (2008).** *CIE L* a* b* color scale. Applications note-insight on color*. Hunter Associates Laboratory, Inc. Reston, VA, 4p.
- ISO 2470-1. (2016).** *Paper, board and pulps-measurement of diffuse blue reflectance factor-Part 1: Indoor daylight conditions (ISO brightness)*, International Organization of Standardization, Geneva, Switzerland, 11p.
- Kaba, S. (2012).** *Tarihi yapıların test yöntemleriyle dayanıklılık testlerinin yapılması*. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük, Türkiye, 84s.
- Krántz, K., Sonderegger, W., Bues, C. T. & Niemz, P. (2016).** Effects of aging on wood: a literature review. *Wood Science and Technology*, **50**(1), 7-22. DOI: [10.1007/s00226-015-0766-0](https://doi.org/10.1007/s00226-015-0766-0)
- Lebow, S. & Anthony, R. W. (2012).** *Guide for use of wood preservatives in historic structures*. General Technical Report FPL-GTR-217. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 59 p.
- Matsuo, M., Yokoyama, M., Umemura, K., Sugiyama, J., Kawai, S., Gril, J., Kubodera, S., Mitsutani, T., Ozaki, H., Sakamoto, M. & Imamura, M. (2011).** Aging of wood: Analysis of color changes during natural aging and heat treatment. *Holzforchung*, **65**(3), 361-368. DOI: [10.1515/hf.2011.040](https://doi.org/10.1515/hf.2011.040)
- Oberhofnerová, E., Pánek, M. & García-Cimarras, A. (2017).** The effect of natural weathering on untreated wood surface. *Maderas. Ciencia y tecnología*, **19**(2), 173-184. DOI: [10.4067/s0718-221x2017005000015](https://doi.org/10.4067/s0718-221x2017005000015)
- Palaşoğlu, S. (2012).** *Artvin ve Ordu'daki tarihi yapıların dayanıklılık testlerinin yapılması*. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük, Türkiye, 77s.
- Panshin, A.J. & de Zeeuw, C. (1970).** *Textbook of wood technology, 3rd ed., Volume I*, McGraw-Hill, Book Company, 705p.

- Tayla, H. (2007).** *Geleneksel Türk mimarisinde yapı sistem ve elemanları* (1. Basım). İstanbul: Mas Matbaacılık A. Ş.
- Tımar, M.C., Beldean, E., Varodi, A. M., & Muscu, I. (2017).** Old wood recovered from constructions-from scientific challenge to design opportunities. *Pro Ligno*, *13*(4), 437-446.
- Türkçü, H.Ç. (2004).** *Yapım ilkeler-malzemeler-yöntemler-çözümler, genişletilmiş 3. basım*, Birsen Yayınları, İstanbul, 318s.
- Williams, R.S. (2005).** *Weathering of wood*. In; Rowell, R.M. (ed.) *Handbook of wood chemistry and wood composites*. Taylor and Francis CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, Volume 7, pp. 142–178.
- Yaman, F.Z. (2007).** *Geleneksel ahşap yapılarda kullanılan ahşap yapı elemanlarının uzun-dönem performansı–Giresun Zeytinlik Mahallesinde örnek yapı incelemesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, Türkiye, 112 s.
- Yokoyama, M., Gril, J., Matsuo, M., Yano, H., Sugiyama, J., Clair, B., Kubodera, S., Mistutani, T., Sakamoto, M., Ozaki, H., Imamura, M. & Kawai, S. (2009).** Mechanical characteristics of aged Hinoki wood from Japanese historical buildings. *Comptes Rendus Physique*, *10*(7), 601-611. DOI: [10.1016/j.crhy.2009.08.009](https://doi.org/10.1016/j.crhy.2009.08.009)



HPLC Pigment Analizinde Kullanılan Kromatografik Ayırma Parametreleri ve Güneydoğu Karadeniz Pigment Dinamiği^[*]

Osman AKYÜZ Ertuğrul AĞIRBAŞ*

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

Geliş/Received: 24.08.2020

Kabul/Accepted: 12.10.2020

Atf yapmak için: Akyüz, O. & Ağırbaş, E. (2020). HPLC Pigment Analizinde Kullanılan Kromatografik Ayırma Parametreleri ve Güneydoğu Karadeniz Pigment Dinamiği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 570-580.

How to cite: Akyüz, O. & Ağırbaş, E. (2020). Chromatographic Separation Parameters Used in HPLC Pigment Analysis and Pigment Dynamics in the South-Eastern Black Sea. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 570-580.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7987-9668>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4069-5113>

***Sorumlu yazarın:**

Ertuğrul AĞIRBAŞ

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

✉: ertugrul.agirbas@erdogan.edu.tr

Cep telefonu : +90 (553) 477 91 43

Telefon : +90 (464) 223 33 85 (1423)

Faks : +90 (464) 223 41 18

Öz: Güney Doğu Karadeniz (Artvin-Giresun) kıyıları boyunca Kasım 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak yürütülen bu çalışmada fitoplankton pigment analizinde kullanılan kromatografik ayırma parametreleri ve pigmente dayalı fitoplankton boy gruplarının zamansal ve alansal değişimleri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında 12 farklı istasyonda yüzeyden mevsimsel örneklemeler gerçekleştirilmiştir. HPLC-DAD koşullarına bağlı olarak gerçekleştirilen analizler sonucunda 16 standart bileşiğin 38 dakika içerisinde uygun ayırımı elde edilmiştir. Ayırma parametreleri ve çözünürlük değerleri piklerin ayırımının %100'e yakın olduğunu göstermiştir. Kullanılan yöntemin pigment analizi için geçerli olduğu görülmüştür. Çalışma bölgesinde yüzey suyu ortalama klorofil-a konsantrasyonları 2, 8 ve 15 mil için sırasıyla 0,37-2,67 µg/L, 0,16-2,02 µg/L ve 0,17-1,79 µg/L arasında değişim gösterirken önce çıkan belirteç pigmentler peridinin, 19-heksanoloksifukoksantin, fukoksantin, zeaksantin, klorofil-b ve alloxantin pigmentleri olmuştur.

Anahtar kelimeler: Fitoplankton, güney doğu karadeniz, HPLC-DAD, pigment.

Chromatographic Separation Parameters Used in HPLC Pigment Analysis and Pigment Dynamics in the South-Eastern Black Sea

Abstract: In the present study, chromatographic separation parameters used in phytoplankton pigment analysis and phytoplankton size classes depending on pigments from November 2014 to August 2015 were seasonally investigated along the south-eastern coasts (Giresun-Artvin) of the Black Sea. Along the 12 stations, samples were collected seasonally from surface waters. Based on the HPLC-DAD conditions, an appropriate separation of 16 pigment standard was achieved within 38 minutes. Separation parameters and the resolution values showed that separation of the peaks was close to 100%. The used method was validated for pigment analysis. In the study area, surface mean chlorophyll-a concentrations ranged from 0.37-2.67 µg/L, 0.16-2.02 µg/L and 0.17-1.79 µg/L for 2, 8 and 15 miles, respectively. Besides chlorophyll-a, peridinin, 19-hexanoloxycanthin, fucoxanthin, zeaxanthin, chlorophyll-b and alloxanthin were the most outstanding marker pigments.

Keywords: HPLC-DAD, phytoplankton, pigment, south-eastern black sea.

***Corresponding author's:**

Ertuğrul AĞIRBAŞ

Recep Tayyip Erdoğan University Faculty of Fisheries, 53100, Rize, Turkey.

✉: ertugrul.agirbas@erdogan.edu.tr

Mobile telephone : +90 (553) 477 91 43

Telephone : +90 (464) 223 33 85 (1423)

Fax : +90 (464) 223 41 18

[*] Bu çalışma, yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the master thesis.

GİRİŞ

Kromatografi, karışımların bileşenlerine ayrılması için kullanılan bir teknik olup genellikle basit yöntemlerle

ayrılmaları mümkün olmayan karmaşık ya da kimyasal ve fiziksel özellikleri birbirine çok yakın bileşenlerin

ayrılmalarında kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ilk kez yirminci yüzyılın başında (1903) Rus botanikçi Mikhail Tswett tarafından geliştirilmiş ve isimlendirilmiştir. Mikhail Tswett bu yöntemi çok ince öğütülmüş toz haldeki kalsiyum karbonat ile doldurulmuş bir cam kolondan klorofil ve ksantofil gibi bitki pigmentlerini ayırmakta kullanmıştır (Skoog vd., 2000).

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) analitik ayırma teknikleri arasında en yaygın kullanılanıdır. Yöntemin en önemli avantajları; duyarlılığı, tekrarlanabilirliği, kantitatif tayinlere kolaylıkla uyarlanabilir olması, uçucu olmayan veya sıcaklıkla kolayca bozunabilen bileşiklerin ayrılmasına uygunluğudur. En önemlisi ise sanayinin birçok bilim dalının ve toplumun birinci derecede ilgilendiği maddelere geniş bir şekilde uygulanabilirliğidir. Bu tip bileşiklere örnek olarak amino asitler, proteinler, nükleik asitler, karbohidratlar, ilaçlar, pestisitler ve pigmentler verilebilir.

Kromatografide Ayırma Parametreleri:

Kromatografik ayrımlar bileşenlerin sabit bir durgun faz ile hareketli faz arasında farklı oranda dağılımları sayesinde gerçekleşir.

Bileşenlerin fazlar arası dağılıma eşitliği aşağıdaki gibi gösterilir:

$$A_{\text{mobil}} \rightleftharpoons A_{\text{durgun}} \quad (1)$$

Ayrılacak olan bileşenlerin farklı formlarında bulunma durumları gözardı edilerek her bir bileşenin toplam miktarına göre hareketli ve durgun fazlar arasındaki derişimlerinin oranına “*dağılıma katsayısı*” denir (Skoog vd., 2000). Dağılıma katsayısı “K” ile gösterilir ve aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$K = \frac{C_d}{C_m} \quad (2)$$

Eşitlik-2’ de verilen C_d , bileşenin durgun fazdaki derişimi, C_m ise hareketli fazdaki derişimidir.

Numune enjeksiyonu ile analit pikinin dedektöre ulaşması arasında geçen süreye “*alınma zamanı*” denir. Alınma zamanı “ t_r ” ile gösterilir. Kolon boyunca geçen mobil faz için alınma zamanı “*ölü zaman*” (t_0) olarak ifade edilir ki bu zaman kolonda hiç tutunmayan bileşenlerin alınma zamanıdır. Alınma faktörü olarak adlandırılan k' terimi kolonda analitlerin geç etme oranı olarak kullanılır. Bu faktör “*kapasite faktörü*” olarak da kullanılmaktadır (Skoog vd., 2000).

$$k'_A = (t_{rA} - t_0) / t_0 \quad (3)$$

Bir analit için alınma faktörü $k' < 1$ olduğu durumda elüsyon çok hızlıdır ve bu durumda analitik alınma zamanını doğru belirlemek çok zordur. Alınma faktörünün çok büyük olduğu örneğin $k' > 20$ durumunda ise elüsyonun çok uzun zamanda gerçekleştiği sonucunu çıkarırız. Bir analit için ideal alınma faktörü 1 ile 5 arasında olmalıdır. Ancak ayırımı yapılan örneğin içeriğine göre daha karmaşık karışımlarda en uygun kapasite faktörü 2 ile 10 değişebilir.

Seçicilik faktörü “ α ” ise iki türün (A ve B) kolondan ayrılmasını tanımlar;

$$\alpha = k'_B / k'_A \quad (4)$$

Eşitlik-4’ de alınma faktörü verilen A türü kolondan B türünden daha hızlı ayrılır ve böylece seçicilik faktörü daima 1’den büyüktür.

Optimum bir ayırma için, keskin ve simetrik pikler elde edilmelidir. Bunun için bant genişliği olarak adlandırılan piklerin “*taban genişlikleri*” (W_b) mümkün olduğunca küçük olmalıdır. Bant genişliği aynı zamanda kolon etkinliğinin bir faktörüdür. Kolon etkinliği (N), kolonun teorik tabaka sayısı olarak ifade edilen bir terimdir ve basitçe kolon uzunluğunun teorik tabaka yüksekliğine oranı olarak tanımlanabilir.

$$N = L/H \quad (5)$$

Tabaka sayısı, kolonun çok sayıda ayrı tabakalardan oluşmuş olduğu varsayımından yola çıkılarak belirlenen teorik bir terimdir. Gerçekte kolon içinde bu şekilde ayrılmış tabakalar yoktur.

Kolon etkinliği N, aynı zamanda bir kromatogramdan rahatlıkla hesaplanabilir;

$$N = 16 \cdot (t_r / W_b)^2 = 5,54 \cdot (t_r / W_{1/2})^2 \quad (6)$$

$$W_{1/2} = \text{pikin yarı yüksekliğindeki genişliği} \quad (7)$$

Teorik tabaka sayısı ya da diğer adıyla kolon etkinliği ne kadar büyükse kolonda analitin ayırımı o kadar iyidir.

Tüm bu parametreleri içeren ve iki pikin çözünürlüğünü ifade eden birim çözünürlük R ile ifade edilir ve şu şekilde hesaplanır;

$$R = (t_{r2} - t_{r1}) / 0,5 \cdot (W_{b1} + W_{b2}) \quad (8)$$

Yaklaşık olarak $W_{b1} = W_{b2}$ kabul edilir ve bu durumda formül

$$R = (t_{r2} - t_{r1}) / W_{b2} \text{ olarak kullanılır.} \quad (9)$$

Çözünürlük değerinin 1 olması %95,4 oranında ayırımı tamamladığını gösterir. En az $R=1,5$ olmalıdır ki bu noktada ayırımı %99,73 dür (Skoog vd., 2000). Çözünürlük kolon etkinliği, alınma faktörü ve seçicilik faktörüne bağlı olarak değişmektedir ve bu üç parametre kullanılarak da hesaplanabilir. Bu şekilde hesaplanan çözünürlüğü R_s sembolü ile ifade edilir.

$$R_s = \frac{\sqrt{N_2}}{4} \cdot \left[\frac{\alpha - 1}{\alpha} \right] \cdot \left[\frac{k_2}{k_2 + 1} \right] \quad (10)$$

Eşitlik-10’ da N_2 olarak belirtilen sembol ayırımı incelenen iki pikten daha geç elde edilen pikin kolon etkinliğidir. Aynı şekilde k_2 ’ de ikinci pike ait alınma faktörüdür.

Fitoplankton: Birincil üreticiler olan fitoplanktonik gruplar besin zinciri yolu ile zooplanktondan, balıklara, kuşlara ve memeli hayvanlara kadar enerjinin aktarılmasında kilit rol oynayanlar (Tait ve Dipper, 2001). Sahip oldukları yüksek fotosentetik kapasiteleri sayesinde yeryüzündeki birincil üretimin yarısını oluştururken

(Falkowski ve Raven, 2007, Boyce vd., 2010), denizel ortamdaki organik üretimin neredeyse tamamından sorumludurlar (Mackas, 2011). Aynı zamanda, ortamdaki karbondioksit konsantrasyonunu etkileyerek pH dengesini sağlarken, antropojenik kaynaklı CO₂ salınımını büyük oranda (1/3) düşürerek sera gazı etkisini azaltmaya yardımcı olurlar (Takahashi vd., 2002).

Fitoplankton çalışmaları geleneksel olarak mikroskop kullanılarak yürütülmektedir. Bu teknik klasik bir yöntem olup, türlerin taksonomik özelliklerinin kullanılarak teşhisi, hücre bolluğunun ve biyokütlelerinin belirlenmesini sağlamaktadır (Utermohl, 1958; Booth, 1993; Eker-Develi vd., 2008). Ancak, ön işlemleri zaman alan ve uzun yıllar süren deneyim gerektiren bir teknik olmasından dolayı mikroskopik hücre tanımlama ve sayım tekniği kısa zamanda fazla sayıda örnek çalışılmasına imkân vermemektedir. Ayrıca taksonomik olarak dış yapısal özellikleri bulunmayan küçük fitoplanktonik grupların (pikoplankton) teşhisinde de sıkıntılar yaşanmaktadır (Mackey vd., 1996).

Fitoplankton hücre tanımlamalarında mikroskop kullanılmasının yanısıra fitoplankton pigmentleri de alg gruplarının tanımlanmasında kullanılmaktadır. Klorofil-*a* fitoplankton biyokütlesinin belirlenmesinde uzun zamandan beri kullanılan temel fotosentetik bir pigmenttir (Boyce vd., 2010). Klorofil-*a* pigmentinin yanı sıra fitoplanktonik gruplara özgü olan belirteç pigmentler kullanılarak da fitoplankton biyokütlesi ve fitoplanktonik grupların katkısı belirlenebilmektedir (Uitz vd., 2006). Örneğin Bacillariophyta (diatom) (Stauber ve Jeffrey, 1988), Cyanophyta (mavi-yeşil algler) (Guillard vd., 1985; Millie vd., 1993) ve Chlorophyta (yeşil algler) (Jeffrey ve Vesk, 1997) için sırasıyla fukoksantin, zeaksantin ve klorofil-*b* belirteç pigment olarak kullanılmaktadır (Gibb vd., 2001). Ayrıca belirteç pigmentlerin klorofil-*a*'ya olan oranları sayesinde fitoplankton boy gruplarının (pikofitoplankton, nanofitoplankton ve mikrofotoplankton) oransal dağılımı da hesaplanabilmektedir (Gieskes ve Kraay, 1983; Wright ve Jeffrey, 1987; Wright vd., 1996; Obayashi vd., 2001, Ediger vd., 2006).

Klorofil-*a* diğer pigmentlere göre daha çabuk sentezlenip parçalanabilen bir pigment olduğu için dış çevrede meydana gelen değişimlere çok hızlı tepki verebilmekte ve bundan dolayı temel pigment olarak değerlendirilmektedir. Diğer taraftan aksesuar pigmentler alg gruplarının fizyolojik durumu ve taksonomik kompozisyonu hakkında bilgi verebilmektedir. Pigmentlerin bu özelliklerinden yola çıkılarak fitoplanktonik grupları taksonomik olarak tanımlamada çeşitli "pigment indeksleri" kullanılmaktadır. Bu amaçla yaygın olarak ve fitoplanktonik grupları temsilen yedi ana pigment (fukoksantin, peridinin, 19'-Heksanoloksifukoksantin, 19'-Butanoloksifukoksantin,

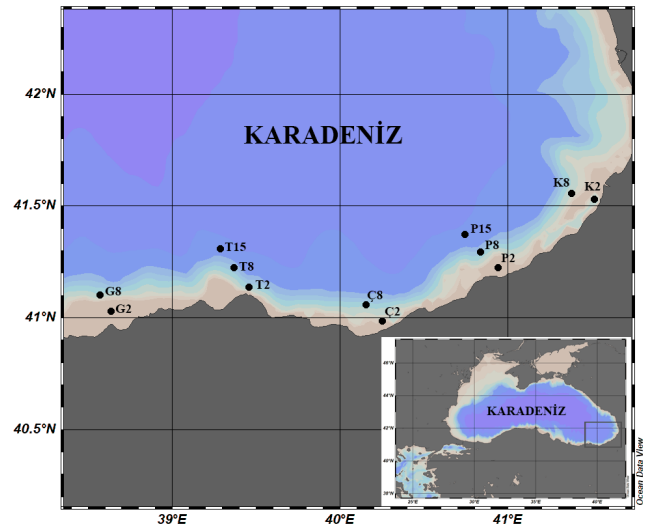
Alloksantin, Klorofil-*b* ve Zeaksantin) kullanılmaktadır (Uitz vd., 2006).

Fitoplanktonik gruplar buldukları ortamın trofik seviyesi hakkında bilgi verirken (Barlow vd., 2004), aynı zamanda gruplara özgü olan belirteç pigment oranları ve indeksleri kullanılarak farklı biyo-coğrafik geçiş bölgelerinin ve su kütlelerinin yapısı belirlenebilmektedir (Gibb vd., 2000). Son 15 yılda, pigmente dayalı fitoplankton kemotaksonomisi fitoplankton popülasyonlarının dağılımının ve kompozisyonunun anlaşılmasında önemli katkılar yapmıştır. (Gibb vd. 2001).

Dinamik bir yapıya sahip olan Karadeniz'de fitoplankton yapısı önemli oranda değişirken, grupların bloom zamanlarında önemli fenolojik değişimler kaydedilmiştir (Ediger vd., 2006; Eker-Develi vd., 2012; Koca, 2014; Türkmen, 2016;). Diğer taraftan sistemde küçük boy grubundaki fitoplanktonik grupların dönemsel baskınlıkları birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Kopuz vd., 2012; Ağırbaş vd., 2017). Bu çalışma ile Güney Doğu Karadeniz kıyılarında (Artvin-Giresun) yüzey suyundan (<5 m) alınan deniz suyu örneklerinde yapılan pigment analizlerinde kromatografik ayırma parametrelerinin test edilmesi ve pigment konsantrasyonunun alansal ve zamansal değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Güney Doğu Karadeniz (Artvin-Giresun) kıyıları boyunca belirlenen farklı karakterdeki 12 istasyonda (2, 8 ve 15 deniz mili) Kasım 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasında mevsimsel olarak yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Örnekleme istasyonları.

Figure 1. Sampling stations.

(G2: Giresun 2 deniz mili; G8: Giresun 8 deniz mili; T2: Trabzon 2 deniz mili; T8: Trabzon 8 deniz mili; T15: Trabzon 15 deniz mili; C2: Çamburnu 2 deniz mili; C8: Çamburnu 8 deniz mili; P2: Pazar 2 deniz mili; P8: Pazar 8 deniz mili; P15: Pazar 15 deniz mili; K2: Kemalpaşa 2 deniz mili; K8: Kemalpaşa 8 deniz mili).

Saha çalışmalarında Tarım ve Orman Bakanlığı Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan "R/V SÜRAT ARAŞTIRMA I" ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi'ne ait "R/V KARADENİZ ARAŞTIRMA" gemileri kullanılmıştır. Deniz suyu örnekleri yüzeyden SBE 32 Carousel 12 şişeli su örnekleme cihazı ile alınmıştır.

Örneklerden Pigmentlerin Ekstraksiyonu ve HPLC Analizi: HPLC ile pigment analizleri Mantoura ve Llewelyn (1983)'in önerdiği yönteme göre yapılmıştır. İstenilen derinlikten alınan deniz suyu örnekleri (1 L) koyu renkli polietilen şişelere alındıktan sonra düşük vakum altında (0,5 atm den daha az) 47 mm çaplı GF/F filtrelerden süzümüştür. Daha sonra filtreler analiz aşamasına kadar sıvı azot içerisinde (-196°C) muhafaza edilmiştir. Analiz öncesi GF/F filtreler % 90'luk 5 ml "HPLC saflığında" aseton içerisine konularak ekstraksiyon işlemi yapılmıştır. Ultrasonikatör (1 dakika için 60 Hz) yardımıyla hücrelerin parçalanıp ekstraksiyonun hızlandırılması sağlanmıştır. Ekstraksiyon işleminin tamamlanması için örnekler bir gece buzdolabında (+4°C) muhafaza edilmiştir. Daha sonra örnekler analiz öncesinde 3500 rpm devirde 10 dakika süreyle santrifüj edilerek hücresel parçaların çöktürülmesi sağlanmıştır.

HPLC analizleri C8 kolon (Thermo Hypersil MOS-2 C8; 150 x 4,6 mm; 3 µm particle size; 120Å pore size ve %6,5 carbon loading) ve DAD (Diode Array Dedektör) dedektör kullanılarak RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi'nde bulunan SHIMADZU marka HPLC cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Analiz için, ekstrakt içerisinden 500 µl örnek alınarak 0,2 µm lik millipore filtrelerden süzülüp ve 500 µL 1M Amonyum Asetat iyon çözeltisiyle karıştırılmıştır. Otomatik örnekleyici yardımıyla alınan 100 µL tamponlu ekstrakt HPLC sistemine enjekte edilerek analiz başlatılmıştır. Pigmentlerin lineer eğimli çift mobil faz sistem kullanılarak ayrılması sağlanmıştır. Mobil fazlar metanol ve 1 M amonyum asetat (80:30 v/v) oluşan mobil faz A ve % 100 metanol'den oluşan mobil faz B'den oluşmaktadır. Pigmentlerin pik alanları 1 mL/dk'luk düşük akım altında lineer eğimle belirlenmiştir (dakika, % mobil faz A, % B mobil faz): (0; 75; 25), (1; 50; 50), (20; 30; 70), (25; 0; 100), 32; 0; 100). Analiz sonrası verilerin değerlendirilmesi LC solution yazılımı ile yapılmıştır.

Pigment konsantrasyonları aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır;

$$C_p = \frac{A_p \times V_{ext} \times 10}{B \times V_{filt} \times V_{inj} \times 1000 \times R_f} \quad (11)$$

C_p (µg/L) = Pigment konsantrasyonu,
 A_p (mAU*s) = Pik alanı,
 R_f (ngmAU⁻¹) = Kalibrasyon eğrisinin eğimi (ng kolon⁻¹),
 V_{filt} (L) = Süzülen su hacmi,

V_{ext} (mL) = Ekstraksiyon için kullanılan çözücü hacmi,

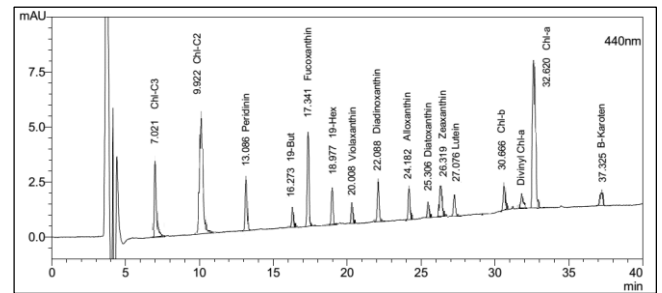
V_{inj} (µL) = Kromatografi sistemine enjekte edilen örnek hacmi, B = Tampon seyreltme faktörü.

HPLC-DAD sistemi her pigment için ticari standartlar (klorofil a, b: Sigma Kolonu; klorofil c2, klorofil c3, perid, 19-but, fuco, 19 hex, diadinoxanthin, allo, lutein, zea, divinil klorofil-a ve β karoten: VKI, Danimarka) kullanılarak kalibre edilmiştir. Klorofil-a ve belirteç pigmentler için belirleme sınırı 0,005-0,007 µg/L dir.

Pigmentlerin HPLC-DAD ile Ayırma Ölçütlerinin Hesaplanması: Ayırma ölçütleri peridinin, 19-butanoloksifukoksantin, fukoksantin, 19-heksanoiloksifukoksantin, alloxantin, zaeksantin, klorofil-a ve klorofil-b standart bileşiklerinin karışımlarının HPLC-DAD ile analizi sonucunda elde edilen kromatogramdan hesaplanmıştır. Herbir standardın kromatogramda belirlenen piklerine ait alıkonma zamanı ve pik taban genişlikleri kullanılarak çözünürlükleri hem alıkonma zamanı ve pik genişliğinden (R) hem de kolon etkinliği, seçicilik ve alıkonma faktörü kullanılarak (R_c) belirlenmiştir.

BULGULAR

Pigmentlerin HPLC-DAD ile Ayırma Ölçütleri: HPLC-DAD kullanılarak onaltı adet pigment için piklerin alıkonma zamanı ve taban genişlikleri kullanılarak ayırma ölçütleri hesaplanmıştır. Pigmentlere ait kromatogram Şekil 2'de verilmiştir. Bu kromatogramda t₀=3,75 olup Tablo 1'de bu fitoplankton standartları için hesaplanan ayırma parametreleri verilmiştir.



Şekil 2. Pigment standartlarına ait HPLC-DAD kromatogramı
Figure 2. HPLC-DAD chromatogram for pigment standards.

HPLC-DAD koşullarına bağlı olarak gerçekleştirilen analizler sonucunda fitoplankton pigmentlerinden oluşan 16 standart bileşiğin 38 dakika içerisinde uygun ayırımı elde edilmiştir. Ayırımın ölçütleri olan *teorik tabaka sayısı* ve *çözünürlükleri* hesaplanarak Tablo 1'de verilmiştir. Piklerde taban genişliği, pik ayırımı olumsuz etkileyen önemli bir faktördür. Taban genişliği yüksek olan piklerin hem teorik tabaka sayısı hem de çözünürlüğü düşüktür. Lutein bileşiğine ait pik 458193.61 olarak hesaplanan en yüksek teorik tabaka sayısına sahip

piktir ki bu da taban genişliğinin çok küçük olmasına dayanır. En düşük tabaka sayısı olarak klorofil-c3 piki ile hesaplanan 1083.98 tane bulunmuştur. Klorofil-c3 yapısında bulundurduğu 3 karboksil grubu sayesinde diğer bileşiklere göre en polar yapıda bileşik olduğu için kromatogramda en erken gelen pik olmuştur. Bu da teorik tabaka sayısının düşük çıkmasının diğer bir sebebidir. Ortalama teorik tabaka sayısı 86523.63 tane olup bu değer HPLC ayırmaları için

yeterli bir değerdir. Çözünürlük değerleri incelendiğinde tüm bileşiklere ait piklerin çözünürlüklerinin 1,59'un üzerinde olduğu görülmektedir. Çözünürlük değerinin 1,5'den büyük olması komşu piklerin ayırımının %100'e yakın olduğunu göstermektedir. Bu durumda tüm piklerin %100 ayırımının gerçekleştiği Tablo 1'deki verilerden anlaşılmaktadır.

Tablo 1. Fitoplankton pigment standartlarına ait kromatografik ayırma parametreleri.

Table 1. Chromatographic separation parameters for phytoplankton pigment standards.

Standartlar	t ₀	t _R	W _b	Pik Alanı	N	k	α	R	R _s
Chl-c3	3,75	7,02	0,85	6581	1083,98	0,87			
Chl-c2	3,75	9,92	1,17	15181	1142,83	1,65	1,89	2,86	2,47
Peridinin	3,75	13,09	0,50	3634	10915,87	2,49	1,51	3,78	6,32
19-But	3,75	16,27	0,29	534	51082,28	3,34	1,34	8,08	11,07
Fukoksantin	3,75	17,34	0,46	9130	22837,20	3,63	1,09	2,86	2,33
19-Hex	3,75	18,98	0,48	3296	25008,79	4,06	1,12	3,48	3,41
Violaksantin	3,75	20,01	0,31	504	66650,58	4,34	1,07	2,61	3,33
Diadionoksantin	3,75	22,09	0,63	3928	19730,20	4,89	1,13	4,43	3,31
Alloksantin	3,75	24,18	0,39	3048	60271,50	5,45	1,11	4,09	5,31
Diatoksantin	3,75	25,31	0,27	460	143729,02	5,75	1,06	3,40	4,21
Zeaksantin	3,75	26,32	0,40	1107	67569,19	6,02	1,05	3,01	2,50
Lutein	3,75	27,08	0,16	234	458193,61	6,22	1,03	2,68	4,73
Chl-b	3,75	30,67	0,31	2280	157585,87	7,18	1,15	15,31	11,62
diviniyl Chl-a	3,75	31,86	0,34	640	139652,35	7,50	1,04	3,67	3,50
Klorofil-a	3,75	32,62	0,48	22614	73893,36	7,70	1,03	1,86	1,59
β-Karoten	3,75	37,33	0,51	2262	85031,47	8,96	1,16	9,49	9,19

(t₀: ölü zaman, t_R: pigmentin alıkonma zamanı, W_b: taban genişliği; N: teorik tabaka sayısı; k: piklerin alıkonma faktörü, α: seçicilik faktörü, R: çözünürlük değeri; R_s: çözünürlük).
(t₀: dead time, t_R: retention time of pigment, W_b: base width; N: theoretical layer number; k: retention factor of peaks, α: selectivity factor, R: solubility value; R_s: resolution).

Tablo 2. Kasım 2014 dönemine ait yüzey suyu kromatografik ayırma parametreleri.

Table 2. Chromatographic separation parameters for surface water in November 2014..

Pigment	t _R	W _b	Pik alanı	N	k	α	R	R _s
Chl-c3	7,09	0,37	476	5746,78	0,89			
Chl-c2	9,99	0,42	2237	9223,39	1,66	1,87	7,34	6,97
Peridinin	13,18	0,39	2331	17896,19	2,51	1,51	7,87	8,09
19-But	-	-	-	-	-	-	-	-
Fukoksantin	17,44	0,41	3393	29672,40	3,65	ND	ND	ND
19-Hex	19,07	0,38	1983	39443,62	4,09	1,12	4,12	4,23
Violaksantin	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadionoksantin	22,16	0,33	2000	72162,24	4,91	-	-	-
Alloksantin	24,25	0,31	1175	97900,35	5,47	1,11	6,52	6,73
Diatoksantin	25,36	0,25	280	171402,76	5,76	1,05	4,00	4,53
Zeaksantin	26,36	0,28	553	144938,26	6,03	1,05	3,85	3,63
Lutein	-	-	-	-	-	-	-	-
Chl-b	30,67	0,24	273	272599,52	7,18	-	-	-
diviniyl Chl-a	-	-	-	-	-	-	-	-
Klorofil-a	32,60	0,41	7555	103145,39	7,70	-	-	-
β-Karoten	37,25	0,42	622	128308,62	8,94	1,16	11,33	11,19

(t_R: pigmentin alıkonma zamanı, W_b: taban genişliği; N: teorik tabaka sayısı; k: piklerin alıkonma faktörü, α: seçicilik faktörü, R: çözünürlük değeri; R_s: çözünürlük).
(t_R: retention time of pigment, W_b: base width; N: theoretical layer number; k: retention factor of peaks, α: selectivity factor, R: solubility value; R_s: solubility).

Tablo 3. Mayıs 2015 dönemine ait yüzey suyu kromatografik ayırma parametreleri.

Table 3. Chromatographic separation parameters for surface water in May 2015.

Pigment	t _R	W _b	Pik alanı	N	k	α	R	R _s
Chl-c3	-	-	-	-	-	-	-	-
Chl-c2	-	-	-	-	-	-	-	-
Peridinin	-	-	-	-	-	-	-	-
19-But	-	-	-	-	-	-	-	-
Fukoksantin	-	-	-	-	-	-	-	-
19-Hex	18,44	0,35	359	43885,49	3,92	-	-	-
Violaksantin	20,03	0,37	1109	46133,97	4,34	1,11	4,40	4,27
Diadionoksantin	23,33	0,34	1266	74905,75	5,22	1,20	9,25	9,69
Alloksantin	-	-	-	-	-	-	-	-
Diatoksantin	-	-	-	-	-	-	-	-
Zeaksantin	26,44	0,25	262	186299,70	6,05	-	-	-
Lutein	27,31	0,27	287	167394,38	6,28	1,04	3,41	3,27
Chl-b	-	-	-	-	-	-	-	-
diviniyl Chl-a	-	-	-	-	-	-	-	-
Klorofil-a	33,39	0,29	1086	215064,06	7,91	-	-	-
β-Karoten	-	-	-	-	-	-	-	-

(t_R: pigmentin alıkonma zamanı, W_b: taban genişliği; N: teorik tabaka sayısı; k: piklerin alıkonma faktörü, α: seçicilik faktörü, R: çözünürlük değeri; R_s: çözünürlük).
(t_R: retention time of pigment, W_b: base width; N: theoretical layer number; k: retention factor of peaks, α: selectivity factor, R: solubility value; R_s: solubility).

HPLC yöntemiyle pigmentlerin ayırma örneklerine ait ayırma parametrelerinin standart parametrelerinin değişkenliğini belirlemek için pigment pigmentlerle elde edilen değerlerle yakın olup olmadığı 3

temsili dönem (Kasım 2014, Mayıs 2015 ve Ağustos 2015) için hesaplanmıştır (Tablo 2-4). Kromatogramda ilgili pikin taban genişliği ve alıkonma zamanı kullanılarak ayırma parametreleri hesaplanmıştır. Piklerin taban genişliklerinin büyük olması kolon etkinliği ve dolayısıyla çözünürlüğün düşük olduğunun bir göstergesidir. Taban genişliği elüsyon çözeltilerinin içeriği, hareketli fazın akış hızı, kolon materyali ve kolon sıcaklığı gibi parametrelerin iyi seçimi ile iyileştirilebilir.

Ayırma parametrelerinden teorik tabaka sayısı (N) yani kolon etkinliği değeri pikin alıkonma zamanı ve taban genişliğine bağlıdır. Öte yandan seçicilik faktörü (α) ise komşu piklerin alıkonma faktörlerine (k) bağlıdır. Çözünürlük değeri de bu üç değer toplam etkilerini içermektedir. Çözünürlük komşu piklerden ne derece ayrılmanın olduğunu yansıttığı için komşu piki bulunmayan pikler için hesaplanamaz. Seçilen 3 döneme ait tablolar incelendiğinde, örnekte tespit edilmeyen piklerin ayırma parametreleri hesaplanamazken bu piklere komşu olan piklerin de seçicilik faktörü ve çözünürlüğünün hesaplanmadığı görülmektedir (Tablo 2-4). Lutein bileşiğinin standardına ait pik 458193,61 olarak hesaplanan en yüksek teorik tabaka sayısına sahip iken Mayıs 2015

yüzeysel suyu örneğinde 167394,38 ve Ağustos 2015 yüzeysel suyu örneğinde ise 114785,44 olarak kolon etkinliğinde %50 den fazla düşüş gözlenmiştir. Pik alanlarının yani konsantrasyonun artışı ile pik taban genişliklerinde artış beklenen bir durumdur ve bu da teorik tabakasayısı ve dolayısıyla çözünürlüğü düşürmektedir.

Luteinin Ağustos 2015 örneğinin miktarı pik alanından da anlaşılacağı gibi standarda göre 3,16 kat daha yüksektir. Pik alanındaki bu artışın kolon etkinliğinin de 3,99 kat düşüşüne neden olduğu görülmektedir. Öte yandan Mayıs 2015 örneğindeki luteinin pik alanının, standart luteinin pik alanına çok yakın değerinde olmasına rağmen kolon etkinliğinin 2,73 kat düşük olmasının örneğin saf olmamasından ileri gelebileceği düşünülmektedir. Klorofil-a için elde edilen teorik tabaka sayılarına bakıldığında, standardın konsantrasyonunun örneklerden daha yüksek olmasından dolayı örneklerdeki pikler ile hesaplanan kolon etkinliğinin standarda göre çok daha yüksek olması beklenen bir durumdur. Diadinoksantin tablo değerleri incelendiğinde de Ağustos 2015' de en düşük pik alanı (262) ve en yüksek kolon etkinliğine (170097,33) sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Ağustos 2015 dönemine ait yüzeysel suyu kromatografik ayırma parametreleri.

Table 4. Chromatographic separation parameters for surface water in August 2015.

Pigment	t _r	W _b	Pik alanı	N	k	α	R	R _s
Chl-c3	-	-	-	-	-	-	-	-
Chl-c2	-	-	-	-	-	-	-	-
Peridinin	-	-	-	-	-	-	-	-
19-But	-	-	-	-	-	-	-	-
Fukoksantin	18,21	0,44	809	27785,91	3,86	-	-	-
19-Hex	-	-	-	-	-	-	-	-
Violaksantin	-	-	-	-	-	-	-	-
Diadinoksantin	23,10	0,22	262	170097,33	5,16	-	-	-
Alloksantin	-	-	-	-	-	-	-	-
Diatoksantin	-	-	-	-	-	-	-	-
Zeaksantin	-	-	-	-	-	-	-	-
Lutein	27,10	0,32	741	114785,44	6,23	-	-	-
Chl-b	-	-	-	-	-	-	-	-
diviniyl Chl-a	-	-	-	-	-	-	-	-
Klorofil-a	33,13	0,36	923	133235,06	7,84	-	-	-
β -Karoten	38,13	0,24	148	421228,62	9,17	1,17	16,74	21,30

(t_r: pigmentin alıkonma zamanı, W_b: taban genişliği; N: teorik tabaka sayısı; k: piklerin alıkonma faktörü, α : seçicilik faktörü, R: çözünürlük değeri; R_s: çözünürlük).
(t_r: retention time of pigment, W_b: base width; N: theoretical layer number, k: retention factor of peaks, α : selectivity factor, R: solubility value; R_s: solubility).

Pigment Kompozisyonu: Çalışma dönemi içerisinde pigment kompozisyonu ve konsantrasyonu önemli değişimler göstermiştir (ANOVA, p<0.05). Öne çıkan pigmentler başta klorofil-a olmak üzere genellikle diyagnostik ve fotosentetik karakterdeki pigmentler olurken fotoprotektan karakterdeki pigmentlerin çok düşük konsantrasyonlarda hatta belirleme limitinin altında olduğu dikkat çekmektedir. Bundan dolayı fitoplankton boy gruplarının karakterizasyonunda kullanılan pigmentler ve klorofil-a pigmentine ait HPLC ölçümleri verilmiştir (Tablo 5-8).

Temel fotosentetik pigment olarak değerlendirilen klorofil-a kıyı sularda genellikle yüksek konsantrasyonlarda olup açığa doğru gidildikçe düşüş göstermiştir. İstasyonlardaki konsantrasyonu genel olarak 0,18-3,81 $\mu\text{g/L}$ arasında değişim göstermiştir. Klorofil-a

pigmentinin yanı sıra öne çıkan diğer belirteç pigmentler sırasıyla; peridinin (0,15-2,62 $\mu\text{g/L}$), 19-heksanoloksifukoksantin (0,04-1,54 $\mu\text{g/L}$), fukoksantin (0,03-1,28 $\mu\text{g/L}$), zeaksantin (0,06-0,81 $\mu\text{g/L}$), klorofil-b (0,11-0,80 $\mu\text{g/L}$) ve alloksantin (0,01-0,53 $\mu\text{g/L}$) pigmentleri olmuştur. Diğer marker pigmentler ise daha düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiş ve hatta bazı mevsimlerde ise hiç tespit edilememiştir.

Örnekleme dönemleri açısından bir değerlendirme yapıldığında Kasım 2014 (sonbahar) ve Şubat 2015 (kış) dönemlerinin pigment kompozisyonu açısından daha zengin olduğu dikkat çekerken bu dönemleri Mayıs 2015 (ilkbahar) ve Ağustos 2015 (yaz) dönemleri takip etmiştir.

Bölgesel olarak bir değerlendirme yapıldığında ise 2 deniz mili mesafesinde yer alan istasyonlar genel

anlamda yüksek pigment konsantrasyonu ile karakterize olurken dönemsel olarak 8 deniz mili mesafesinde yer alan istasyonlar öne çıkmıştır. 15 deniz mili mesafesinde yer

alan istasyonlar ise daha düşük konsantrasyonlarla temsil edilmiştir.

Table 5. Kasım 2014 dönemine ait HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005 µg/L).

Table 5. HPLC pigment concentrations for the period of November 2014 (Detection limit <0.005 µg/L).

İstasyon	Mesafe (nm)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	2	2,49	<0,005	0,64	0,51	0,53	0,13	0,11	3,23
Pazar	2	2,62	<0,005	0,82	0,49	0,21	0,16	0,20	3,77
Çamburnu	2	2,62	<0,005	0,98	0,72	0,22	0,16	0,46	3,58
Trabzon	2	1,85	0,048	1,00	0,64	0,25	0,13	0,47	2,74
Giresun	2	1,10	<0,005	1,22	0,99	0,11	0,16	0,53	3,73
Kemalpaşa	8	0,60	<0,005	0,39	0,48	0,05	0,12	0,13	2,40
Pazar	8	2,40	<0,005	1,17	0,26	0,21	0,12	0,28	3,12
Çamburnu	8	1,56	<0,005	0,68	0,63	0,18	0,13	0,31	3,47
Trabzon	8	1,31	<0,005	0,71	0,40	0,22	0,08	0,36	3,04
Giresun	8	0,99	<0,005	0,44	0,50	0,07	0,15	0,18	2,49
Pazar	15	1,75	0,081	0,58	0,46	0,15	0,21	0,22	3,20
Trabzon	15	2,47	<0,005	0,17	0,30	0,37	<0,005	0,80	2,14

Table 6. Şubat 2015 dönemine ait HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005 µg/L).

Table 6. HPLC pigment concentrations for the period of February 2015 (Detection limit <0.005 µg/L).

İstasyon	Mesafe (nm)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	2	0,64	<0,005	<0,005	1,54	0,43	0,26	0,58	3,32
Pazar	2	0,35	<0,005	0,09	0,22	0,36	0,09	0,52	1,93
Çamburnu	2	1,28	<0,005	0,79	0,07	0,45	<0,005	0,16	3,11
Trabzon	2	0,46	<0,005	0,83	0,10	0,25	<0,005	0,25	2,60
Giresun	2	0,39	<0,005	0,51	0,08	0,31	<0,005	0,34	2,38
Kemalpaşa	8	0,53	<0,005	<0,005	1,52	0,41	0,2	0,51	3,26
Pazar	8	1,35	<0,005	<0,005	0,46	0,21	0,2	0,40	2,23
Çamburnu	8	0,28	<0,005	0,51	0,12	0,34	0,1	0,18	3,14
Trabzon	8	0,69	<0,005	0,63	0,07	0,37	<0,005	0,30	2,41
Giresun	8	0,72	<0,005	1,28	0,32	<0,005	0,15	0,66	3,81
Pazar	15	0,71	<0,005	<0,005	0,29	0,15	0,10	0,29	1,94
Trabzon	15	<0,005	<0,005	0,65	<0,005	0,28	<0,005	0,14	2,71

Table 7. Mayıs 2015 dönemine ait HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005 µg/L).

Table 7. HPLC pigment concentrations for the period of May 2015 (Detection limit <0.005 µg / L).

İstasyon	Mesafe (nm)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	2	0,15	0,101	0,16	0,37	0,06	0,24	0,13	1,21
Pazar	2	0,39	<0,005	0,30	0,09	<0,005	0,08	0,12	0,69
Çamburnu	2	<0,005	<0,005	0,33	0,30	0,097	<0,005	0,48	1,53
Trabzon	2	0,37	<0,005	0,16	0,45	0,14	0,15	0,15	1,83
Giresun	2	0,47	<0,005	0,11	0,11	0,16	<0,005	0,22	1,09
Kemalpaşa	8	0,62	<0,005	0,09	0,05	<0,005	0,18	<0,005	0,90
Pazar	8	<0,005	<0,005	0,03	0,10	0,04	0,29	0,11	3,10
Çamburnu	8	0,92	<0,005	<0,005	0,29	<0,005	0,12	0,26	1,70
Trabzon	8	0,27	<0,005	<0,005	0,10	0,28	0,12	0,16	1,50
Giresun	8	<0,005	<0,005	0,52	0,12	0,23	0,06	0,17	0,16
Pazar	15	0,39	0,036	0,70	0,56	<0,005	0,24	0,15	2,60
Trabzon	15	0,34	<0,005	<0,005	0,08	<0,005	0,07	<0,005	0,92

Table 8. Ağustos 2015 dönemine ait HPLC pigment konsantrasyonları (Tespit limiti<0,005 µg/L).

Table 8. HPLC pigment concentrations for the period of August 2015 (Detection limit <0.005 µg / L).

İstasyon	Mesafe (nm)	Perid	19-But	Fuco	19-Hex	Allo	Zea	Chl-b	Chl-a
Kemalpaşa	2	0,191	<0,005	0,42	0,12	0,09	0,81	<0,005	2,42
Pazar	2	0,200	<0,005	0,20	<0,005	<0,005	0,22	<0,005	0,58
Çamburnu	2	<0,000	<0,005	0,50	0,07	<0,005	0,74	<0,005	1,91
Trabzon	2	<0,005	<0,005	0,13	0,04	<0,005	0,16	<0,005	0,18
Giresun	2	<0,005	<0,005	0,16	<0,005	0,01	0,35	<0,005	0,47
Kemalpaşa	8	<0,005	<0,005	0,69	0,06	<0,005	0,08	<0,005	2,26
Pazar	8	<0,005	<0,005	0,22	0,07	<0,005	0,19	<0,005	0,77
Çamburnu	8	<0,005	<0,005	0,33	0,08	<0,005	0,55	<0,005	1,06
Trabzon	8	<0,005	<0,005	0,11	<0,005	0,01	0,48	<0,005	0,46
Giresun	8	1,60	<0,005	0,35	0,14	<0,005	0,50	<0,005	1,30
Pazar	15	0,36	<0,005	0,19	0,04	0,25	0,25	<0,005	0,86
Trabzon	15	0,17	<0,005	0,20	0,18	<0,005	0,47	<0,005	1,09

TARTIŞMA

Fitoplankton biyomasının bir göstergesi olan klorofil-*a*'nın Karadeniz'deki değişim Tablo 9'da verilmiştir. Karadeniz geneli için 1964-1986 yılları arasında ortalama klorofil-*a* konsantrasyonu 0,15±0,04 µg/L olarak rapor edilmiştir (Yunev vd., 2002). Başka bir

çalışmada ise Karadeniz'in geneli için ortalama klorofil-*a* değerlerinin 0,59-0,69 µg/L arasında değiştiği bildirilmiştir (Kopelevcih vd., 2004). Yılmaz vd. (1998) Karadeniz'in Anadolu sahilleri için klorofil-*a* konsantrasyonunun 1995-1996 yılları için 0,1-1,5 µg/L arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise Türkiye kıyıları için 1996-1998 döneminde yüzey suyu

klorofil-*a* değerlerinin 0,34-0,42 µg/L arasında değiştiği bildirilmiştir (Eker-Develi vd., 2003). Ediger vd. (2006) Güneybatı Karadeniz için ortalama klorofil-*a* konsantrasyonunun 0,15-1,23 µg/L arasında olduğunu rapor etmiştir. Ağırbaş (2010) tarafından Güneydoğu Karadeniz’de yürütülen çalışmada ise yüzey suyu klorofil-*a* konsantrasyonu kıyı (2 mil) ve açık (8 mil) istasyonlar için sırasıyla 1,97 µg/L ve 1,84 µg/L olarak rapor edilmiştir. Güney Doğu Karadeniz Rize sahillerinde yürütülen başka bir çalışmada ise klorofil-*a* konsantrasyonunu 0,34-2,71 µg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir (Koca, 2014). Türkmen (2016) tarafından Güneydoğu Karadeniz ekosisteminde mevsimsel ölçekte yürütülen çalışmada ise Kasım 2014-Ağustos 2015 dönemi için yüzey suyu ortalama klorofil-*a* konsantrasyonlarının 2, 8 ve 15 mil için sırasıyla 0,37-2,68 µg/L, 0,16-2,04 µg/L ve 0,32-1,79 µg/L arasında değiştiği rapor edilmiştir. Aylık periyotlar halinde yürütülen başka çalışmada ise yüzey suyu klorofil-*a* konsantrasyonları nehir ağzı, kıyı ve açık istasyonlar için sırasıyla 0,51-3,97 µg/L; 0,16-2,47 µg/L ve 0,18-3,04 µg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir (Genç,

2018). Karadeniz (2019) tarafından aynı bölgede ancak farklı dönemlerde yürütülen başka bir çalışmada ise yüzey suyu ortalama klorofil-*a* değerleri 2, 8 ve 15 mil için sırasıyla 2,61 µg/L, 2,56 µg/L ve 2,23 µg/L olarak tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada ise yüzey suyu ortalama klorofil-*a* konsantrasyonları 2, 8 ve 15 mil için sırasıyla 0,37-2,67 µg/L, 0,16-2,02 µg/L ve 0,17-1,79 µg/L arasında değişmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular literatür verileriyle kıyaslandığında özellikle bölgede daha önce yürütülen çalışmalarla uyumluluk gösterdiği ancak Karadeniz’in diğer bölgelerinde yürütülen çalışmalara göre değerlerin yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Tespit edilen bu farklılıklar temelde yöntem farklılıklarından (spektrofotometre, florometre, floresan ölçümleri, HPLC ve uydu oşinografisi vb.) kaynaklanabileceği gibi bölgesel farklılıklar, örnekleme dönemi farklılığı, örnekleme sıklığı, örnekleme derinliği ve ekosistem koşulları altında değişen fitoplankton community yapısı gibi faktörler de etkili olabilmektedir.

Tablo 9. Karadeniz’de yürütülen klorofil-*a* çalışmaları.
Table 9. Chlorophyll-*a* studies conducted in the Black Sea.

Bölge	Dönem	Klorofil- <i>a</i> (µg/L)	Referans
Tüm Havza	1964-1986	0,15	Yuney vd., 2002
	1992	0,99	
	1993	0,26	
Tüm Havza	1998-2001	0,59-0,69	Kopelevcecih vd., 2004
Ukrayna	1991	0,2-0,6	Krupatkina ve Berseneva, 1995
Güney Kar.	1995-1996	0,1-1,5	Yılmaz vd., 1998
Güney Kar.	Temmuz 1997 ve Eylül 1998	<0,5-1,5	Yayla vd., 2001
Anadolu sahilleri	Haziran-Temmuz 1996	0,34	Eker-Develi vd., 2003
	Mart-Nisan 1998	0,42	
	Eylül 1998	0,40	
Kuzeybatı Kar.	Mayıs-Haziran 2001	0,03-1,92	Yılmaz vd., 2006
Güneybatı Kar.	Mayıs 2001	0,15-1,23	Ediger vd., 2006
Güneydoğu Kar.	Şubat-Aralık 2009		
Güneydoğu Kar.	Kıyı (2 mil), aylık	1,97	Ağırbaş, 2010
Güneydoğu Kar.	Açık (8 mil), aylık	1,84	Ağırbaş, 2010
Güneydoğu Kar.	Kıyı (2 mil), aylık	0,6	Kopuz, 2012
Güneydoğu Kar.	Kıyı (1 mil), aylık	0,34-2,71	Koca, 2014
Güneydoğu Kar.	Kıyı (2 mil), mevsimsel	1,22	Türkmen, 2016
Güneydoğu Kar.	Kıyı (8 mil), mevsimsel	0,81	Türkmen, 2016
Güneydoğu Kar.	Kıyı (15 mil), mevsimsel	0,76	Türkmen, 2016
Güneydoğu Kar.	Nehir Ağzı (0,5 mil), aylık	0,79-3,11	Genç, 2018
Güneydoğu Kar.	Kıyı (5 mil), aylık	0,73-2,78	Genç, 2018
Güneydoğu Kar.	Kıyı (20 mil), aylık	0,67-2,29	Genç, 2018
Güneydoğu Kar.	Kıyı (2 mil), mevsimsel	2,61	Karadeniz, 2019
Güneydoğu Kar.	Kıyı (8 mil), mevsimsel	2,56	Karadeniz, 2019
Güneydoğu Kar.	Kıyı (15 mil), mevsimsel	2,23	Karadeniz, 2019
Güneydoğu Kar.	Kıyı (2 mil), mevsimsel	0,37-2,67	Bu çalışma
Güneydoğu Kar.	Kıyı (8 mil), mevsimsel	0,16-2,02	Bu çalışma
Güneydoğu Kar.	Kıyı (15 mil), mevsimsel	0,17-1,79	Bu çalışma

Belirteç pigmentleri belirlemeye yönelik yürütülen çalışmalar her geçen gün giderek artmaktadır (Tablo 10). Güneybatı Karadeniz’de tek dönemde yürütülen bir çalışmada belirteç pigmentlerden peridinin (0,03-0,33 µg/L), fukoksantin (0,02-0,18 µg/L) ve 19’-Heksanoloksifukoksantin (0,04-0,19 µg/L) HPLC yöntemi ile belirlenmiş ve fitoplankton hücre bolluğu ile arasındaki korelasyon ortaya konulmuştur (Ediger vd., 2006). Ağırbaş (2010) tarafından Güneydoğu Karadeniz kıyılarında aylık

dönemler halinde yürütülen başka bir çalışmada ise peridinin, fukoksantin ve 19’-Heksanoloksifukoksantin konsantrasyonlarının sırasıyla 0,04-0,45 µg/L; 0,06-1,45 µg/L ve 0,04-0,43 µg/L arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir. Koca (2014) tarafından Güneydoğu Karadeniz Rize sahillerinde yüzey suyunda yürütülen başka bir çalışmada ise fotosentetik pigmentlerden diadinoksantin, zeaksantin, klorofil-*b* ve β-Karoten’nin aylık değişimleri ortaya konulmuştur. Artvin-Giresun arasında mevsimsel

olarak yürütülen başka bir çalışmada ise pigment kompozisyonu ve pigmente dayalı fitoplankton boy gruplarının katkısı ortaya konulmuştur (Türkmen, 2016). Türkmen (2016) çalışmasında peridinin, fukoksantin, 19-Heksanoloksifukoksantin, zeaksantin ve klorofil-*b* pigment konsantrasyonlarını sırasıyla 0,14-3,48 µg/L; 0,02-2,52 µg/L; 0,02-2,56 µg/L; 0,03-0,09 µg/L ve 0,01-1,67 µg/L arasında değiştiğini rapor etmiştir. Genç (2018) tarafından Güney Doğu Karadeniz’de aylık olarak yürütülen çalışmada fukoksantin, peridinin ve 19-heksanoloksifukoksantin bölgede öne çıkan pigmentler olduğu ve konsantrasyonlarının sırasıyla 0,03-2,94 µg/L, 0,11-2,29 µg/L ve 0,03-1,76 µg/L arasında değiştiği rapor edilmiştir. Karadeniz (2019) tarafından Güneydoğu Karadeniz’de yürütülen güncel bir çalışmada ise fukoksantin (0,05-2,55 µg/L), peridinin (0,06-2,45 µg/L), 19-heksanoloksifukoksantin (0,02-2,10 µg/L), klorofil-*b*

(0,02-1,62 µg/L), 19-butanoloksifukoksantin (0,05-1,40 µg/L), zeaksantin (0,01-1,16 µg/L), alloksantin (0,01-0,94 µg/L) ve klorofil-*c*₂ (0,001-0,75 µg/L) öne çıkan pigmentler olmuştur.

Bölgede daha önce yürütülen çalışmalar ile mevcut çalışmadan elde edilen bulgularla kıyaslandığında benzerlikler (Genç, 2018; Karadeniz, 2019) olduğu gibi bazı çalışmalardan (Ediger vd., 2006; Ağırbaş, 2010) ise yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzerliklerin görüldüğü çalışmalar genelde aynı bölgede ve aynı örnekleme rejimine sahip çalışmalar olurken, bölgesel olarak farklı karakterde olan su kütlelerinde yürütülen çalışmalarda ise daha düşük değerler elde edilmiştir. İstasyon farklılıklarının yanısıra örnekleme rejimi, örnekleme derinliği, örnekleme dönemi ve ekolojik koşullarda farklı sonuçlar elde edilmesinde etken faktörler arasında değerlendirilmektedir (Ediger vd., 2006).

Tablo 10. Karadeniz’de belirteç pigmentler üzerine yürütülen çalışmalar.

Table 10. Studies on marker pigments in the Black Sea.

Bölge	Per	Fuk	Hex	Diad	Zea	Chl-b	B-Kar	Referans
Güneybatı Karadeniz.	0,03-0,33	0,02-0,18	0,04-0,19	-	-	-	-	Ediger vd., 2006
Güneydoğu Karadeniz	0,04-0,45	0,06-1,45	0,04-0,43	0,01-1,00	0,01-0,77	0,01-0,77	0,01-0,25	Ağırbaş, 2010
Güneydoğu Karadeniz	0,04-0,78	0,07-0,90	0,03-0,57	0,01-0,61	0,02-0,47	0,02-0,47	0,01-0,21	Koca, 2014
Güneydoğu Karadeniz	0,14-3,48	0,02-2,52	0,02-2,56	-	0,03-0,09	0,03-0,09	-	Türkmen, 2016
Güneydoğu Karadeniz	0,11-2,29	0,03-2,94	0,03-1,76	-	0,01-1,21	0,01-2,13	-	Genç, 2018
Güneydoğu Karadeniz	0,06-2,45	0,05-2,55	0,02-2,10	0,01-0,16	0,01-1,16	0,01-1,16	0,01-0,19	Karadeniz, 2019
Güneydoğu Karadeniz	0,15-2,62	0,03-1,28	0,04-1,54	-	0,06-0,81	0,11-0,80	-	Bu çalışma

Yarı kapalı ve dünyanın en büyük anoksik havzalarından biri olan Karadeniz ekosistemi antropojenik ve iklimsel değişimlere karşı oldukça hassastır. Yapısında meydana gelen ekolojik değişimler fitoplanktonik yapının ve dolayısıyla pigment kompozisyonunun da önemli oranda değişmesine yol açabilmektedir. Buna bağlı olarak fitoplankton kompozisyonunda meydana gelen değişimler besin zinciri yoluyla pelajik ekosistemin verimliliğini ve dinamiklerini etkilediğinden sistemin sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir. Bu değişim Karadeniz gibi verimliliği büyük ölçüde pelajik sisteme bağlı olan denizlerde son derece önemli sonuçlara sebep olabilmektedir. Ekosistemde meydana gelen değişimlerin etkilerini anlayabilmek için bu organizma gruplarının hızlı ve kısa zamanda tespit edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma ile hızlı ve tekrarlanabilir yöntem olan HPLC-DAD tekniği ile kromatografik ayırma parametreleri de kullanılarak pigment kompozisyonunun zamansal ve alansal dağılımı belirlenmiştir.

Pigment standartlarına ait elde edilen ayırma parametreleri fitoplankton gruplarına özgü olan belirteç pigmentlerin belirlenmesinde mevcut yöntemin kullanılabilirliğini ortaya koymuştur. İlerleyen dönemlerde yapılacak olan çalışmalarda bu göstergelerin de değerlendirilmesi bölgeyi karakterize etmek için büyük önem taşımaktadır. Ancak bölgeyi karakterize etmek için salt pigment verisinin yeterli olmadığı sistemi tüm yönleriyle değerlendirebilecek şekilde veri setlerine

(mikroskopik hücre sayımı, besin tuzu dinamiği, fiziko-kimyasal parametreler, uydu verisi vb) ve sürekli izleme programlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 113Y189 numaralı proje ile desteklenmiştir. Deniz çalışmaları esnasında yardımlarından dolayı proje ekibine, “R/V SÜRAT ARAŞTIRMA I” ve “R/V KARADENİZ ARAŞTIRMA” gemilerinin kaptan ve gemi adamlarına teşekkür ederiz.

[*] Bu Çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tez Çalışması Olarak Sunulan “Pigment Analizinde Kromatografik Ayırma Parametreleri” İsimli Tezden Üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Ağırbaş, E., Koca, L. & Aytan U. (2017). Spatio-Temporal Pattern of Phytoplankton and Pigment Composition in Surface Waters of South-Eastern Black Sea. *Oceanologia*, **59**, 283-299.
- Ağırbaş, E. (2010). *Güneydoğu Karadeniz’de Pigment Konsantrasyonu ve Birincil Üretimin Çevre Koşulları İle Etkileşimi*. Doktora Tezi, Karadeniz

- Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon, Türkiye, 199s.
- Barlow, R.G., Aiken, J., Holligan, P.M., Cummings, D.G., Maritorena, S. & Hooker, S. (2002).** Phytoplankton pigment and absorption characteristics along meridional transects in the Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers*, **49**(4), 637-660.
- Barlow, R.G., Aiken, J., Moore, G.F., Holligan, P.M. & Lavender, S. (2004).** Pigment adaptations in surface phytoplankton along the eastern boundary of the Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, **281**, 13-26.
- Brewin, R.J.W., Sathyendranath, S., Hirata, T., Lavender, S.J., Barciela, R.M. & Hardman-Mountford, N.J. (2010).** A three-component model of phytoplankton size class for the Atlantic Ocean. *Ecological Modelling*, **221**(11), 1472-1483.
- Booth, B.C. (1993).** *Estimating cell concentration and biomass of autotrophic plankton using microscopy*. In: Kemp P.F., Sherr B.F., Cole J.J. (Eds.), *Handbook of methods in aquatic microbial ecology*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 199-205.
- Boyce, D.G., Lewis, M.R. & Worm, B. (2010).** Global phytoplankton decline over the past century. *Nature*, **466**(7306), 591-596.
- Ediger, D., Soydemir, N. & Kideys, A.E. (2006).** Estimation of phytoplankton biomass using HPLC pigment analysis in the Southwestern Black Sea. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography*, **53**, 1911-1922.
- Eker-Develi E., Berthon J.F., Canuti, E., Slabakova, N., Moncheva, S., Shtereva G. & Dzhurova, B. (2012).** Phytoplankton taxonomy based on CHEMTAX and microscopy in the Northwestern Black Sea. *Journal of Marine Systems*, **94**, 18-32.
- Eker-Develi, E., Berthon, J.F. & Linde, D. (2008).** Phytoplankton class determination by microscopic and HPLC-CHEMTAX analyses in the southern Baltic Sea. *Marine Ecology Progress Series*, **359**, 69-87.
- Eker-Develi, E. & Kideys, A.E. (2003).** Distribution of phytoplankton in the southern Black Sea in summer 1996, spring and autumn 1998. *Journal of Marine Systems*, **39**, 203-211.
- Falkowski, P.G. & Raven, J.A. (2007).** *Aquatic photosynthesis*, Princeton University Press, Second edition, 484s.
- Genç, N. (2018).** *Güneydoğu Karadeniz'de pigmente dayalı fitoplankton boy gruplarının fotik bölge dinamiği*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü-, Rize, Türkiye, 48s.
- Gibb, S.W., Barlow, R.G., Cummings, D.G., Rees, N.W., Trees, C.C., Holligan, P. & Suggett, D. (2000).** Surface phytoplankton pigment distributions in the Atlantic Ocean: an assessment of basin scale variability between 50°N and 50°S. *Progress in Oceanography*, **45**, 339-368.
- Gibb, S.W., Cummings, D.G., Irigoien, X., Barlow, R.G., Fauzi, R. & Mantoura C. (2001).** Phytoplankton pigment chemotaxonomy of the northeastern Atlantic. *Deep Sea Research II*, **48**, 795-823.
- Gieskes, W.W.C. & Kraay, G.W. (1983).** Dominance of Cryptophyceae during the Phytoplankton Spring Bloom in the Central North Sea Detected by HPLC Analysis of pigments. *Marine Biology*, **75**, 179-185.
- Guillard, R.R.L., Murphy, L.S., Foss, P. & Liaen-Jensen, S. (1985).** Synechococcus spp. as likely Zeaxanthin-dominant Ultraphytoplankton in the North Atlantic. *Limnology and Oceanography*, **30**, 412-414.
- Jeffrey, S.W. & Vesk, M. (1997).** *Introduction to marine phytoplankton and their pigment signatures*. In: Jeffrey SW, Mantoura RFC, Wright SW (Eds.), *Phytoplankton Pigments in Oceanography: Guidelines to Modern Methods*. UNESCO, Paris, 19-36pp.
- Karadeniz, M.N. (2019).** *Güneydoğu Karadeniz Fitoplankton Pigment Profili Ve Fitoplankton Boy Grupları*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 70s.
- Koca, L. (2014).** *Güney Doğu Karadeniz Kıyıları (Rize) Diatom/Dinoflagellat Oranları Ve Pigment Kompozisyonun Zamansal Değişimi*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 73s.
- Kopelevcih, O.V., Burenkov, V.I., Ershova, S.V., Sheberstov, S.V. & Evdoshenko, M.A. (2004).** Application of SeaWiFS data for Studying Variability of Bio-Optical Characteristics in the Barents, Black and Caspian Seas. *Deep Sea Research II*, **51**, 1063-1091.
- Kopuz, U., Feyzioglu, A.M. & Ağırbaş, E. (2012).** Picoplankton Dynamics during Late Spring 2010 in the South-Eastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **12**, 397-405.
- Mackas, D.L. (2011).** Does blending of chlorophyll data bias temporal trend? *Nature*, **472** (7342), E4-E5.
- Mackey, M.D., Mackey, D.J., Higgins, H.W. & Wright, S.W. (1996).** CHEMTAX-a program for

- estimating class abundances from chemical markers: application to HPLC measurements of phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series*, **144**, 265-283.
- Mantoura, R.F.C. & Llewellyn C.A. (1983).** The rapid determination of algal Chlorophyll-a and Carotenoid Pigments and Their Breakdown Products in Natural Waters by Reverse-Phase High Performance Liquid Chromatography. *Analytica Chimica Acta*, **151**, 297-314.
- Millie, D.F., Paerl, H.W., Hurley, J.P. & Kirkpatrick, G.J. (1993).** *Algal pigment determinations in aquatic ecosystems: Analytical Evaluations, applications and recommendations.* Current Topics Botinical Research, 1, 1-13. Oceanography UNESCO, Paris, 327-341.
- Obayashi, Y., Tanoue, E., Suzuki, K., Handa, N., Nojiri, Y. & Wong, C.S. (2001).** Spatial and Temporal Variabilities of Phytoplankton Community Structure in the Northern North Pacific as Determined by Phytoplankton Pigments. *Deep-Sea, Research I*, **48**, 439-469.
- Skoog, D.A., Holler, F.J. & Nieman, T.A. (2000).** *Enstrümental Analiz İlkeleri.* Birinci Baskı, Saunders Golden Sunburst Publishing, USA, Kılıç E., Köseoğlu F., Yılmaz H., Bilim Yayıncılık, Ankara.
- Stauber, J.L. & Jeffrey, S.W. (1988).** Photosynthetic Pigments in fifty-one Species of Marine Diatoms. *Journal of Phycology*, **24**, 158-172.
- Tait, R. V. & Dipper, F. A. (2001).** *Elements of Marine Ecology*, Butterworth-Heinemann Pub., forth edition, Gread Britaiin, 462s.
- Takahashi, T., Sutherland, S.C., Sweeney, C., Poisson, A., Metzl, N., Tilbrook, B., Bates, N., Wanninkhof, R., Feely, R.A., Sabine, C., Olafsson, J. & Nojiri, Y. (2002).** Global sea-air CO₂ flux based on climatological surface ocean pCO₂, and seasonal biological and temperature effects. *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography*, **49**(9-10), 1601-1622.
- Türkmen, P. (2016).** *Güneydoğu Karadeniz Kıyıları (Artvin-Giresun) Pigment Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi.* Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, Türkiye, 61s.
- Uitz, J., Claustre, H., Morel, A. & Hooker, S.B. (2006).** Vertical distribution of phytoplankton communities in open ocean: An assessment based on surface chlorophyll. *Journal of Geophysical Research-Oceans*.
- Uitz, J., Claustre, H., Brian Griffiths, F., Ras, J., Garcia, N., & Sandroni, V. (2009).** A phytoplankton class-specific primary production model applied to the Kerguelen Islands region (Southern Ocean). *Deep-Sea Research I*, **56**, 541-560.
- Utermohl, H. (1958).** Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton: Methodik Mitteilung Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie 9, 1-38.
- Wright, S.W. & Jeffrey, S.W. (1987).** Fucoxanthin pigment markers of marine phytoplankton analysed by HPLC and HPTLC. *Marine Ecology Progress Series*, **38**, 259-266.
- Wright, S.W. and Thomas, D.P., Marchant, H.J., Higgins, H.W., Mackey, M.D. & Mackey, D.J. (1996).** Analysis of Phytoplankton of the Australian Sector of the Southern Ocean: Composition of Microscopy and Size Frequency Data with Interpretations of Pigment HPLC Data Using the CHEMTAX Matrix Factorization Program. *Marine Ecology Progress Series*, **144**, 285-298.
- Yılmaz, A., Tugrul, S., Polat, C., Ediger, D., Çoban, Y. & Morkoc, E. (1998).** On the Production, Elemental Composition (C, N, P) and Distribution of Photosynthetic Organic Matter in the Southern Black Sea. *Hydrobiologia*, **363**,141-156.
- Yuney, O., Vladimir, A., Baştürk, Ö., Yılmaz, A., Kideys, A.E., Moncheva, S. & Kononov, S.K. (2002).** Long-term Variation of Surface Chlorophyll-a and Primary Production in the open Black Sea. *Marine Ecology Progress Series*, **230**, 11-28.



Oreochromis niloticus 'un Farklı Dokularında SOD Aktivitesi Üzerine Kadmiyumun Etkisi ^[*]

Tüzün AYTEKİN^{1*} Ferit KARGIN²

¹Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu MYO, Adana, Türkiye
²Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Adana, Türkiye

Geliş/Received: 24.08.2020

Kabul/Accepted: 21.11.2020

Atf yapmak için: Aytakin, T. & Kargin, F. (2020). *Oreochromis niloticus* 'un Farklı Dokularında SOD Aktivitesi Üzerine Kadmiyumun Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 581-584.

How to cite: Aytakin, T. & Kargin, F. (2020). Effect of Cadmium on SOD Activity in Different Tissues of *Oreochromis niloticus*. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 581-584.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-2666-0798>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4315-5689>

*Sorumlu yazarın:
Tüzün AYTEKİN
Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu MYO,
Adana, Türkiye.
✉: tuzunay@cu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada kadmiyum'un *Oreochromis niloticus*'da superoksit dismutaz (SOD) aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Balıklar 0.2, 1.0 ve 2.0 mg/L Cd derişimlerinin etkisine 15 ve 30 günlük sürelerle bırakılarak karaciğer, solungaç, böbrek ve kas dokularında superoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri belirlenmiştir. Kadmiyumun farklı derişimlerinin etkisine bırakılan *O. niloticus*'un karaciğer, böbrek, solungaç ve kas dokularında süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi kontrol değerleriyle ile karşılaştırıldığında önemli değişiklikler belirlenmiştir. Kadmiyumun denenen yüksek derişimleri karaciğer dokusunda süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin azalmasına, böbrek dokusunda ise bir artışa neden olmuştur.

Anahtar kelimeler: Doku, kadmiyum, kirlilik, *Oreochromis niloticus*, SOD.

Effect of Cadmium on SOD Activity in Different Tissues of *Oreochromis niloticus*

*Corresponding author's:
Tüzün AYTEKİN
Cukurova University, İmamoğlu Vocational
High School, Adana, Turkey.
✉: tuzunay@cu.edu.tr

Abstract: In this study, the effects of cadmium on the superoksit dismutaz (SOD) activity in *Oreochromis niloticus* were investigated. Fishes were exposed to 0.2, 1.0 ve 2.0 mg/L Cd for 15 and 30 days to determine superoksit dismutaz (SOD) activities in liver, gill, kidney and muscle tissues. The were significant changes in superoksit dismutaz (SOD) activities in liver, gill, kidney and muscle tissues of *O. niloticus* exposed to cadmium compared to controls. At the high concentrations tested, cadmium caused a decrease in superoksit dismutaz (SOD) activity in the liver while it caused an increase in the kidney tissue.

Keywords: Cadmium, *Oreochromis niloticus*, SOD, tissue, toxicity.

GİRİŞ

Ağır metaller akuatik ortamda doğal olarak çok az bulunurlar bununla birlikte endüstride yoğun bir şekilde kullanımı nedeniyle ortama girmekte, yoğunlaşmakta ve diğer formlara dönüşerek akuatik sistemde kontaminant olarak kalmaktadırlar. Bu kontamine alanlarda bulunan su organizmaları yüksek metal derişimlerinin veya çevrede normal olarak bulunandan farklı formlardaki kirleticilerin etkisinde kalmaktadırlar (Woo vd., 1993).

Kadmiyum su canlıları için büyük bir problem teşkil etmektedir ve ekolojik önemi canlı organizmalarda

birikebilmesi ve yüksek toksisiteye neden olmasıdır (Cinier vd., 1999). Kadmiyum kağıt ve galvanize endüstrisinde, boya yapımında, plastik üretiminde, maden alaşımında, pil ve akü yapımında geniş bir şekilde kullanılan toksik bir metaldir (Sastri & Subhadra, 1985). Kadmiyum, hücre membranlarının yapısında değişikliklere, permeabiliteinin bozulmasına, birçok enzimatik reaksiyonun değişmesine ve yaşamsal öneme sahip inorganik katyonların düzeylerinde dengesizliklere neden olduğu belirlenmiştir (Suresh vd., 1995).

[*] .Bu çalışma, Doktora tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the Doctora thesis.

Ağır metaller canlılarda enzimler üzerine negatif etkileri vardır (Ali vd., 2003). Su organizmalarında ağır metaller enzimlerin fonksiyonel gruplarına (sülfidril, karboksil, imidazol) bağlanarak veya enzimdeki faydalı bir metalin yerini alarak enzim aktivitelerini değiştirebilmektedir (Viarengo, 1985; Lionetto vd., 1998).

Antioksidant savunma hemen tüm organizmalarda bulunmakta, antioksidant enzimleri (Süperoksit dismutaz, katalaz, glutation peroksidaz, glutamik privat transminaz) ve serbest radikalleri yok eden vitaminleri (Vitamin C ve E, karotenoidler) içermektedir. Bunların işlevleri reaktif oksijen türlerini (ROS) ortadan kaldırmak ve böylece oksidatif stresten organizmaları korumaktır (Doyotte vd., 1997; Elumalai vd., 2002). Antioksidant savunma bozulduğunda oksidatif stres, DNA hasarlarına ve enzimlerin işlevlerinin aksamasına neden olmaktadır (Doyotte vd., 1997). Antioksidan enzimlerin bazıları aktif oksijen formlarından orijin alan toksisiteye karşı hücrel savunma sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadırlar. Bunlardan süperoksit dismutaz (SOD), süperoksit anyon radikallerinin (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2)'e dismutasyonunu katalizler (Regoli & Principato, 1995; Oost vd., 1996; Romeo vd., 2000).

Bu çalışmada, kadmiyumun *O. niloticus*'un karaciğer, solungaç, böbrek ve kas dokularında süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma materyali olarak kullanılan *O. niloticus* örnekleri Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yetiştirme havuzlarından alınarak 40x120x40 cm boyutlarındaki akvaryumlarda $25 \pm 1^\circ C$ de bir ay süre ile laboratuvar koşullarına adaptasyonları sağlanmıştır. Bu süre içerisinde balıklar 12.4 ± 1.0 cm boy ve 26.2 ± 4.1 g ağırlığa ulaşmışlardır.

Deneylerde 40X120X40 cm. boyutlarında olan ve her birinin içerisinde 12 balık bulunan 4 cam akvaryum kullanılmıştır. Bu akvaryumlardan üçüne 120'şer litre 0.2, 1.0 ve 2.0 mg/L Cd çözeltileri, dördüncü akvaryum kontrol olarak kullanılmıştır. Deneyler üç tekrarlı olarak yürütülmüştür ve her tekrarda iki balık kullanılmıştır.

Deney ortamında kadmiyum derişimlerinde süreye bağlı olarak derişimler olabileceği dikkate alınarak deney süresince akvaryum çözeltileri iki günde bir değiştirilmiştir. Deneylerde kullanılan bakır Bakır klorür ($CdCl_2 \cdot H_2O$, Merck) çözeltilerinin akvaryumda homojen dağılması ve çökelmeyi önlemek için trisodyum sitratla ($C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$ Merck) çözeltisi kullanılmıştır.

Belirtilen süreler sonunda her akvaryumdan 6 balık çıkarılarak üzerlerinde bulunan su damlacıkları kurutma kağıdı ile alınarak karaciğer, böbrek, kas ve

solungaç dokuları disekte edilmiştir. Dokular süperoksit dismutaz (SOD) enzim analizleri için %0.59'luk NaCl damlatıldıktan sonra $-80^\circ C$ ' lik derin dondurucuda saklanmıştır. Derin dondurucudan çıkartılan dokular üzerine 1/10 oranında 0.25 M sükröz (pH:7.4) eklenerek buz içerisinde teflon homojenizatörde 5 dk süreyle homojenize edildikten sonra $+4^\circ C$ 'de 10.000 rpm'de 30 dakika santrifüjlendikten sonra süpernatantlarda SOD enzim aktiviteleri belirlenmiştir.

Süperoksit Dismutaz (SOD) Yöntemi: Süperoksit dismutaz enzimi, oksidatif enerji üretimi sırasında oluşan toksik süperoksit radikallerinin (O_2^-), su (H_2O) ve moleküler oksijene (O_2) dismutasyonunu hızlandırmaktadır. Ksantin ve ksantin oksidaz (XOD) kullanılarak oluşturulan süperoksit radikalleri 2-[4-iyodofenil]-3-[4-nitropenol]-5-fenil tetrazoliyum klorid (INT) ile kırmızı renkli bir kompleks oluşturur. Eğer ortamda SOD enzimi varsa süperoksit radikallerini ortamdaki uzaklaştırdığı için formazon oluşumu inhibe olur. SOD enzim aktivitesinin ölçümü 505 nm dalga boyunda formazon oluşumunun % inhibisyonu ile ölçülür (Mc Cord & Fridovich, 1969).

İstatistiksel Analiz: Deneylerden elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 10.0 bilgisayar paket programı kullanılarak "Regresyon Analizi" ve "Student Newman Keul's (SNK)" testleri uygulanarak yapılmıştır.

BULGULAR

O. niloticus' da belirli bir sürede dokularda SOD aktivitesi üzerine kadmiyumun derişime bağlı etkileri Çizelge 1 ve 2' de verilmiştir. 15. günde karaciğer SOD aktivitesi denenen tüm derişimlerde azalırken, böbrek SOD aktivitesi yüksek derişimlerde artmış, kas ve solungaç dokusunda ise herhangi bir derişikliğin olmadığı gözlenmiştir (Çizelge 1., SNK; $P < 0.05$). 30. günde yüksek kadmiyum derişimlerinde karaciğer SOD aktivitesi azalırken, böbrek SOD aktivitesinin arttığı saptanmıştır. Kas ve solungaç dokusu SOD aktivitesi denenen tüm ortam derişimlerinde herhangi bir derişiklik göstermemiştir (Çizelge 2., SNK; $P < 0.05$).

Çizelge 1. *O. niloticus*' da 15 günlük süre sonunda kadmiyumun doku ve organlarda SOD aktivitesi (U/mg protein) üzerine etkisi. **Table 1.** The effect of cadmium on SOD activity (U / mg protein) in tissues and organs at the end of 15 days in *O. niloticus*.

DERİŞİM	DOKU			
	Karaciğer *	Böbrek *	Kas *	Solungaç *
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$
Kontrol	1.709 \pm 0.138 x	0.425 \pm 0.036 x	0.249 \pm 0.019 x	1.216 \pm 0.086 x
0.2 ppm Cd	1.442 \pm 0.111 y	0.494 \pm 0.038 x	0.266 \pm 0.015 x	1.299 \pm 0.040 x
1.0 ppm Cd	1.312 \pm 0.069 y	0.657 \pm 0.034 y	0.286 \pm 0.032 x	1.305 \pm 0.114 x
2.0 ppm Cd	1.326 \pm 0.106 y	0.807 \pm 0.029 z	0.299 \pm 0.023 x	1.250 \pm 0.093 x

Değerler aritmetik ortalama \pm standart hata olarak verilmiştir.

* : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında $P < 0.05$ düzeyinde ayırım vardır.

Values are given as arithmetic mean \pm standard error.

*: There is discrimination at $P < 0.05$ level between data shown with different letters in the same column.

Çizelge 2. *O. niloticus*' da 30 günlük süre sonunda kadmiyumun doku ve organlarda SOD aktivitesi (U/mg protein) üzerine etkisi. **Table 2.** The effect of cadmium on SOD activity (U/ mg protein) in tissues and organs at the end of 30 days in *O. niloticus*.

DERİŞİM	DOKU			
	Karaciğer *	Böbrek *	Kas *	Solungaç *
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$
Kontrol	1.686 ± 0.067 x	0.443 ± 0.004 x	0.268 ± 0.013 x	1.179 ± 0.097 x
0.2 ppm Cd	1.613 ± 0.037 xy	0.546 ± 0.006 x	0.281 ± 0.010 x	1.218 ± 0.092 x
1.0 ppm Cd	1.454 ± 0.055 y	0.780 ± 0.078 y	0.295 ± 0.027 x	1.265 ± 0.053 x
2.0 ppm Cd	1.423 ± 0.101 y	0.990 ± 0.098 z	0.340 ± 0.020 x	1.330 ± 0.022 x

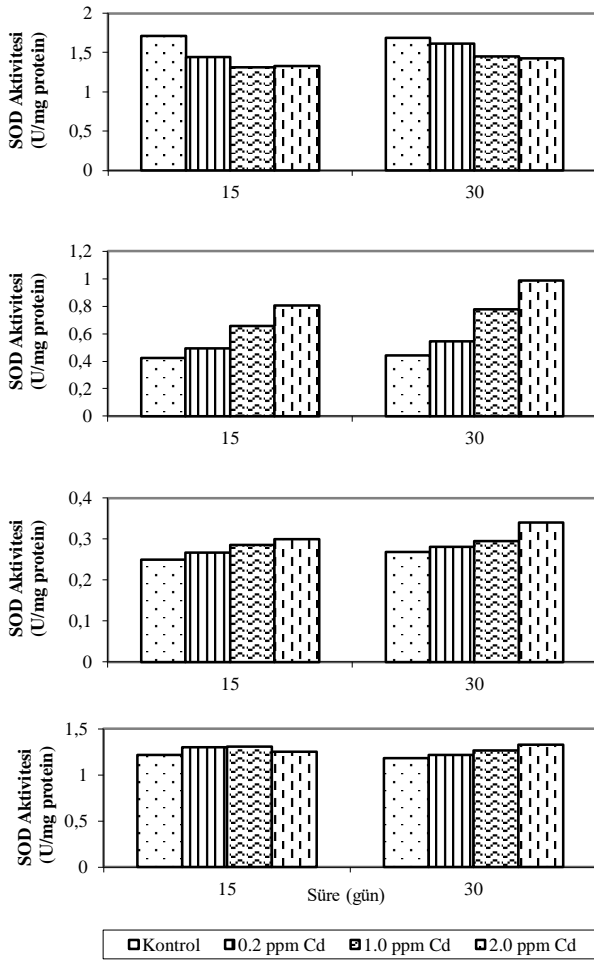
Değerler aritmetik ortalama ± standart hata olarak verilmiştir.

* : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde ayırır.

Values are given as arithmetic mean ± standard error.

*: There is discrimination at P <0.05 level between data shown with different letters in the same column.

Kadmiyum derişimlerinin süreye bağı olarak *O. niloticus*'un farklı dokularında SOD aktivitelere etkileri Şekil 1. A, B, C ve D' de verilmiştir. Kas ve solungaç dokusu denenen tüm süre ve derişimlerde genelde kontrole göre bir değişiklik göstermediği belirlenmiştir. 15. günde 2 ppm Cd ortam derişimde karaciğer SOD aktivitesi %22 düzeyinde azalırken, böbrek dokusu SOD aktivitesi %89 düzeyinde azalmıştır (Şekil 1 A ve B).



Şekil 1. *O. niloticus*' un karaciğer (A), böbrek (B), kas (C) ve solungaç (D) dokusunda SOD aktivitesi üzerine kadmiyum ortam derişimleri ve sürenin etkisi.

Figure 1. Effect of cadmium media concentrations and duration on SOD activity of *O. niloticus* in liver (A), kidney (B), muscle (C) and gill (D) tissues.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada *O. niloticus*'da en yüksek Cd derişimi olan 2.0 ppm Cd ortam derişiminde deneylerin sona erdirildiği 30 günlük süre içerisinde ölüm gözlenmemiştir. Ağır metallerin balıklarda yüksek derişimlerde mortaliteye neden olmalarını metallothionein ve metal bağlayıcı proteinlerin sentezi, metabolizmanın yavaşlatılması ve eliminasyonun hızlı olması gibi mekanizmalarının iyi olmasından kaynaklanmaktadır.

Biyolojik sistemlerde oluşan serbest oksijen türleri antioksidan savunma tarafından kontrol altında tutulmakta ve detoksifiye edilmektedir. Antioksidan sistemler türe, yaşa, eşeye ve çevresel faktörlere bağı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Prohaska ve Sunde, 1993). Antioksidan enzimler metallerin neden olduğu oksidatif stresa karşı hayvanların önemli bir savunma sistemi olduğu ve hücrelerdeki oksidatif hasarın antioksidan enzimlerin yüksek aktivitesi tarafından kontrol edildiği belirtilmiştir (Khengarot & Rathore, 2003).

Balıklarda Zn ve Cu gibi metallere sahip metal enzimlerinden biri olan süperoksit dismutaz (SOD) aşırı O₂ radikallerini katalizlediğinden antioksidan savunmada önemli bir işlevi vardır. Çevredeki ksenobiotiklere karşı hücre savunma mekanizmasında SOD'un hemen olaya dahil olduğu saptanmıştır (Isamah vd., 2000). Süperoksit radikalleri H₂O₂' ye redüksiyonu SOD tarafından gerçekleşmektedir (Oost vd., 1996). Metalik bir antioksidan enzim olan SOD ağır metal toksisitesi nedeniyle meydana gelen stres esnasında önemli bir rol oynar (Sridevi vd., 1998).

Bu çalışmada sonuç olarak Cd nin düşük derişimlerinin etkisinde denenen tüm sürelerde *O. niloticus*'un karaciğerinde kontrol balıklarına göre herhangi bir değişiklik gözlenmediği, yüksek derişimlerde ise SOD aktivitesinin azaldığı saptanmıştır. Cd'un etkisine bırakılan *Achatina fulica*'da karaciğerde SOD aktivitesinin derişimin artışına bağı olarak azaldığı belirtilmiştir (Chandran vd., 2005). Bu araştırmada karaciğer SOD aktivitesindeki azalmanın, Cd'un SOD enziminde metal iyonlarının yerine geçerek enzim aktivitesini inhibe etmesi sonucu olduğu tahmin edilmektedir. Cd'un etkisine 15 ve 30 gün sürelerle bırakılan *O. niloticus*'un kas ve solungaç dokularında SOD aktivitesi kontrol balıklarına göre herhangi bir değişiklik göstermezken, aynı sürelerde sadece böbrek dokusunda SOD aktivitesi artmıştır. Cd'un etkisinde 30.gün sonunda böbrek SOD aktivitesinin uygulanan en yüksek derişimde kontrole göre %123 oranında artış gösterdiği belirlenmiştir. Metallerin etkisinde dokularda SOD aktivitesindeki artış, metallerin birikimi esnasında oluşan serbest radikallerle mücadele sonucu olduğu düşünülmektedir. Metal ve organik

bileşiklerin etkisine bırakılan *D. labrax*'da SOD aktivitesinin arttığı belirtilmiştir (Roche ve Boge, 1996).

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi (BAP) tarafından desteklenmiştir (Proje No: FEF2003D12)

KAYNAKLAR

- Ali, M.B., Vajpayee, P., Tripathi, R.D., Rai, U.N., Singh, S.N. & Singh, S.P. (2003).** Phytoremediation of Lead, Nickel, and Copper by *Salix acmophylla* Boiss: Role of Antioxidant Enzymes and Antioxidant Substances. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **70**, 462-469.
- Chandran, R., Sivakumar, A.A., Mohandass, S. & Aruchami, M. (2005).** Effect of Cadmium and Zinc on Antioxidant Enzyme Activity in the Gastropod, *Achatina fulica*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, **140**, 422-426.
- Cinier, C. C., Ramel, M. P., Faure, R., Garin, D. & Bouvet, Y. (1999).** Kinetics of Cadmium Accumulation and Elimination in Carp *Cyprinus carpio* Tissues. *Comp. Biochem. Physiol.*, **122**, 345-352.
- Doyotte, A., Cossu, C., Jacquin, M.C., Babut, M. & Vasseur, R. (1997).** Antioxidant Enzymes, Glutathione and Lipid Peroxidation as Relevant Biomarkers of Experimental or Field Exposure in the Gills and the Digestive Gland of the Freshwater Bivalve *Unio turnidus*. *Aquatic Toxicology*, **39**, 93-110.
- Elumalai, M., Antunes, C. & Guilhermino, L. (2002).** Effects of Single Metals and Their Mixtures on Selected Enzymes of *Carcinus maenas*. *Water, Air and Soil Pollution*, **141**, 273-280.
- Isamah, G.K., Asagba, S.O. & Coker, H.A.B. (2000).** Comparative Evaluation of the Levels of Some Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidation in Different Fish Species in Two Rivers in the Western Niger Delta. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **65**, 351-356.
- Khargarot, B.S. & Rathore, R.S. (2003).** Effects of Copper on Respiration, Reproduction, and Some Biochemical Parameters of Water Flea *Daphnia magna* Straus. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **70**, 112-117.
- Lionetto, M.G., Maffia, M., Cappello, M.S., Giordano, M.E., Storelli, C. & Schettino, T. (1998).** Effect of Cadmium on carbonic Anhydrase and Na⁺-K⁺-ATPase in Eel, *Anguilla anguilla*, Intestine and Gills. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, **120**, 89-91.
- McCord, J.M. & Fridovich, I. (1969).** Superoxide Dismutase: An Enzymatic Function for Erythrocyte (hemocuprein). *J. Biol. Chem.*, **244**, 6049-6055
- Oost, R., Goksøyr, A., Celander, M., Heida, H. & Vermeulen, N.P.E. (1996).** Biomonitoring of Aquatic Pollution with Feral Eel (*Anguilla anguilla*). *Aquatic Toxicology*, **36**, 189-222.
- Prohaska, J.R. & Sunde, R.A. (1993).** Comparison of Liver Glutathione Peroxidase Activity and mRNA in Female and Male Mice and Rats. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **105**, 111-116.
- Regoli, F. & Principato, G. (1995).** Glutathione, Glutathione-dependent and Antioxidant Enzymes in Mussel, *Mytilus galloprovincialis*, Exposed to Metals under Field and Laboratory Conditions: Implications for the Use of Biochemical Biomarkers. *Aquatic Toxicology*, **31**, 143-164.
- Roche, H. & Boge, G. (1996).** Fish Blood Parameters as a Potential Tool for Identification of Stress Caused by Environmental Factors and Chemical Intoxication. *Marine Environmental Research*, **41**, 27-43.
- Romeo, M., Bennani, N., Gnassia-Barelli, M., Lafaurie, M. & Girard, J.P. (2000).** Cadmium and Copper Display Different Responses towards Oxidative Stress in the Kidney of the Sea Bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquatic Toxicology*, **48**, 185-194.
- Sridevi, B., Reddy, K.V. & Reddy, S.L.N. (1998).** Effect of Trivalent and Hexavalent Chromium on Antioxidant Enzyme Activities and Lipid Peroxidation in a Freshwater Field Crab, *Barytelphusa guerini*. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*, **61**, 384-390.
- Sastry, K.V. & Subhadra, K.M. (1985).** In Vivo Effects of Cadmium on Some Enzyme Activities in Tissues of the Freshwater Catfish, *Heteropneustes fossilis*. *Environmental Research*, **36**, 32-45.
- Suresh, A., Sivaramakrishna, B. & Radhakrishnaiah, K. (1995).** Cadmium Induced Changes in Ion Levels and ATPase Activities in the Muscle of the Fry and Fingerlings of the Freshwater Fish, *Cyprinus carpio*. *Chemosphere*, **30**(2), 365-375.
- Viarengo, A. (1985).** Biochemical Effects of Trace Metals. *Marine Pollution Bulletin*, **16**(4), 153-158.
- Woo, P.T.K., Sin, Y.M. & Wong, G.M.K. (1993).** The Effects of Short-term Acute Cadmium Exposure on Blue Tilapia, *Oreochromis aureus*. *Environmental Biology of Fishes*, **37**, 67-74.



Yeşil Alanların Ekolojik Bağlantılılığının Mekânsal ve Zamansal Değişiminin Değerlendirilmesi: Manisa Örneği

Derya GÜLÇİN^{1,2*}

¹Urban Forestry Research in Action, Department of Forest Resources Management, British Columbia University, BC V6T 1Z4, Vancouver, Canada
²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 09010, Aydın, Türkiye

Geliş/Received: 14.09.2020

Kabul/Accepted: 20.11.2020

Atf yapmak için: Gülçin, D. (2020). Yeşil Alanların Ekolojik Bağlantılılığının Mekânsal Zamansal Değerlendirilmesi: Manisa Örneği. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(4), 585-596.

How to cite: Gülçin, D. (2020). Spatio-Temporal Evaluation of the Structural Connectivity of Green Spaces in Manisa. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 585-596

<https://orcid.org/0000-0001-7118-0174>

***Sorumlu yazarın:**

Derya GÜLÇİN
Urban Forestry Research in Action,
Department of Forest Resources
Management, British Columbia University,
BC V6T 1Z4, Vancouver, Canada.
✉: derya.gulcin@ubc.ca
Telefon : +1 (604) 360 14 27

Öz: Peyzaj paterni, çevresel faktörler ve insan etkisi ile sürekli değişmektedir. Bu değişiklik, peyzajların ekolojik bağlantılılıklarını etkilemektedir. Peyzajda bağlantılılığın değişimini ele alırken, peyzaj paterninin dağılımını ve kompozisyonunu analiz etmek önemlidir. Sanayileşme ve kentleşme sürecinin peyzaj üzerindeki etkisinin yüksek olduğu Manisa’da yapılan bu araştırma, doğallık seviyesi yüksek yeşil alanlar arasındaki ekolojik bağlantılılığın zaman içerisindeki değişimine odaklanmıştır. 1990, 2000 ve 2018 yılları arasındaki yeşil alanların yapısal bağlantılılık değişimi, çeşitli mekânsal analizler ile incelenmiştir. Bu araştırma, yeşil alanların peyzaj paternindeki parçalanmasını izlemek ve referans olarak kullanılabilir olacak plan (peyzaj planı, üst ölçekli mekânsal planlar, bölge planı, peyzaj atlası vb.) kararlarının oluşturulmasında, “çevresel izleme ve değerlendirme” katkısı sunması bakımından değerlidir. Bağlantı haritalarının oluşturulmasında ve bağlantılılığın yorumlanmasında morfolojik mekânsal patern analizi ve network analizi kullanılmıştır. Bu araştırmanın iki amacı vardır: 1) bağlantılılık ünitelerinin mekânsal-zamansal değişimini izlemek, 2) bağlantılılık açısından önemli ekolojik düğüm ve bağları haritalamak ve bağlantılılık sınıflarının zamansal değişimi yorumlamak. Sonuçlar, 1990-2018 yılları arasında habitat ünitelerinde %3,49 (464,6 km²) azalma olduğunu göstermiştir. Yapısal bağlantılılığı sağlayan merkez ve koridorlar alanlarından toplam 178 km² alan kaybedilmiştir. Yeşil alanların bağlantılılık düzeyi haritasına göre, mekânsal zamansal değişim sonucunda, yüksek düzeyde bağlantılılık sağlayan düğüm yamalarının (nodes) düşük düzeyde bağlantı sağlayan yamalara dönüşmüştür. Buna ek olarak, ekolojik bağlantılılık sağlayan bağlantı ünitelerinin (links) önem düzeyi değişmiştir. Ekolojik bağlantılılığı çok düşük ve orta düzeydeki yeşil alanların önem düzeyinin artması, araştırma alanındaki bazı yeşil alanların parçalandığını ve bu nedenle oluşan yeni bağlantıların, önceki yıllardaki bağlantı seviyesine göre daha önemli olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Doğal Peyzaj, Mekânsal Bağlantılılık, Network Analizi, Peyzaj Paterni, Peyzaj Planlama.

Spatio-Temporal Evaluation of the Structural Connectivity Change of Green Spaces in Manisa

***Corresponding author's:**

Derya GÜLÇİN
Urban Forestry Research in Action,
Department of Forest Resources
Management, British Columbia University,
BC V6T 1Z4, Vancouver, Canada.
✉: derya.gulcin@ubc.ca
Telephone : +1 (604) 360 14 27

Abstract: This research focuses on the change over time in ecological connectivity between ecologically significant green spaces in Manisa. This research uses spatial analysis to measure changes in structural connectivity between green spaces in the years 1990, 2000, and 2018. It contributes to the knowledge of environmental monitoring by providing a methodological approach that can be used to inform planning and policy decisions. Examples of its potential applications include the development of landscape plans, upper scale spatial plans, and regional plans. Morphological spatial pattern analysis and network analysis were used to create and interpret connectivity maps. This research has two purposes: 1) monitoring the spatio-temporal change in connectivity of morphological spatial pattern units, and 2) mapping important ecological nodes and links in connectivity and interpreting their temporal changes. The results showed that there was a 3.49% (464.6 km²) decrease in morphological spatial pattern classes (i.e. habitat units) between 1990 and 2018. A reduction of 178 km² was observed for cores and bridges classes that provide structural connectivity. As a result of the spatio-temporal change of the habitat units between 1990 and 2018, the node patches that previously provided a high level of connectivity subsequently provided low connectivity. Additionally, it was found that the ecological importance level of the connectivity of links has changed. The increase in the ecological importance level of green spaces with a very low and medium level of ecological connectivity indicates that some green spaces in the research area have become fragmented.

Keywords: Landscape Planning, Natural Landscape, Network Analysis, Spatial Connectivity, Spatial Pattern.

GİRİŞ

Peyzajda organizma ve materyallerin hareket kabiliyeti genel olarak bağlantılılık olarak ifade edilir ve bağlantılılık, ekolojik süreçlerin devamlılığı bakımından önemlidir (Carlier & Moran, 2019; Hess & Fischer, 2001). Buna ek olarak bağlantılılık, peyzaj strüktüründe tür ve peyzaj arasında etkileşim sağlar (Sutherland vd., 2015). Günümüzde habitat ağı, bağlantılılık paradigmasının koruma temelli uygulamaları ile şekillenmiştir (Bargelt vd., 2020; Liu vd., 2020a; Shi vd., 2020). Peyzajın bağlantılılığı, ekolojik açıdan etkili olduğu kadar, habitat fragmentasyonu ve iklim değişikliği ile tehlike altına giren popülasyonların genetik yapısı açısından da etkilidir (Costanza & Terando, 2019; Garrido-Garduño vd., 2016). Üst ölçekte bakıldığında, bağlantılılık; habitat alanı, habitat kalitesi ve türlerin yayılma kapasitelerinin bir fonksiyonudur (Martensen vd., 2017; Velázquez vd., 2019). Peyzaj ekolojisinde bağlantılılık, peyzajın mevcut yapısının anlaşılmasını sağlayan strüktür ve fonksiyonların bir parçasıdır (Kindlmann & Burel, 2008; Moilanen & Hanski, 2001). Genel olarak bağlantılılık; strüktürel ve fonksiyonel bağlantılılık olarak ikiye ayrılmaktadır (Wainwright vd., 2011). Yapısal bağlantılılık, herhangi bir türe ya da ekolojik sürece bakmaksızın peyzaj paterninin analizine dayanırken, fonksiyonel bağlantılılık habitat ünitelerinin birbirine olan teması ve yakınlığına odaklanmıştır (Saura vd., 2011).

Peyzaj paterni ve ekolojik süreçler arasında güçlü bir bağlantı vardır (Desmet, 2018; Taylor vd., 1993). Peyzaj ekolojisi teorisi, peyzaj planlamada peyzajın yapısını karakterize eden ve zaman içindeki değişimini ölçen birçok aracın gelişmesini sağlamıştır (Chubaty vd., 2020; Cushman & McGarigal, 2019; McGarigal vd., 2016). Bunlardan yaygın olarak kullanılan peyzaj metrikleri, peyzaj yapısının matematiksel olarak ifade edilmesini sağlamış ve peyzaj yönetiminde alternatif planların oluşturulmasında etkili bir araç olarak değerlendirilmiştir (Nowosad & Stepinski, 2019; Uuemaa vd., 2009). Peyzajın bağlantılılığı, popülasyon canlılığı ve tür zenginliği açısından koruma biyolojisine yerel ve bölgesel ölçekte katkı sağladığı için yüksek düzeyde öneme sahip bir peyzaj niteliği olarak kabul edilmiştir (Correa Ayram vd., 2016). Habitat koridorlarının belirlenmesi, peyzaj bağlantılılığı yönetimini sağlayan klasik bir yaklaşımdır (Brodie vd., 2016). Bu yaklaşım, insan etkisinin yönettiği kentleşme, altyapı geliştirme ve diğer kentsel faaliyetlerin doğal bağlantılara zarar vermesini önleyebilecek bir koruma stratejisi oluşturulmasına yardımcı olur (Dupras vd., 2016; Pino & Marull, 2012).

Ekolojik ağların gelişimi, mevcut yeşil alanların korunmasına, yeni mekânsal formların yaratılmasına, yeşil alan yamaları arasındaki bağlantının düzeyine bağlıdır (Gurrutxaga vd., 2010). Peyzajda bağlantılılığı sağlayan temel unsurlar; yeşil yol, yeşil yolların oluşturduğu koridorlar ve yeşil kuşaktır (Meerow & Newell, 2017;

Taylor vd., 1995). Ekolojik bağlantılılık ise, ekolojik döngüdeki süreçler ve fonksiyonlar arasında etkili bir bağlantı olduğunu kabul eden, peyzaj içerisindeki yamaların hareketini kolaylaştıran ya da engelleyen bir derece olarak tanımlanmıştır (Nor vd., 2017). Ekolojik bağlantılığın, türlerin göçü ve yayılması gibi çeşitli ekolojik süreçler üzerinde önemli etkileri vardır (Tarabon vd., 2020). Buna ek olarak, ekolojik bağlantılılık; peyzajın bütünlüğünün korunmasına yardımcı olur ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda doğal ekosistemlerin dengede kalmasını sağlar (Oh vd., 2011; Santos vd., 2019).

Ekolojik bağlantılılık çalışmaları, yapısal ve fonksiyonel bağlantılılık üzerinde odaklanmıştır. LaPoint vd., (2015) kentsel ölçekte 174 ekolojik bağlantılılık çalışmasını incelemiş ve formüle edilmiş hipotezlerin ya da apiori tahminlerinin pek çok makalede çalışma tasarımında ve yönteminde yetersiz olarak kullanıldığını vurgulamıştır. Ayrıca, ekolojik ağların haritalanması ve ekolojik bağlantılığın ortaya çıkarılması ile ilgili yapılan çoğu araştırmada fonksiyonel bağlantılığın ön plana çıktığını vurgulamış, tür çeşitliliğinin fragmente olmuş peyzajlardaki bağlantılılığını inceleyen yöntemlerin sürekli olarak geliştirildiğini belirtmiştir. Tür çeşitliliği ve genetik veri ile ilgili yapılan ekolojik bağlantılılık çalışmaları, sadece ekolojik bağlantı ağlarının etkisini test etmek için bir altlık oluşturmaz, aynı zamanda türlerin hayatta kalmasına ve potansiyel genişlemesine yardımcı olan bağlantıyı sürdürmek için farklı bağlantıların ve habitat alanlarının belirlenmesine de katkıda bulunur (Ng vd., 2013; Uroy vd., 2019). Ekolojik bağlantılığın değerlendirilmesinde türlerin genetik yapısı ya da çeşitliliğinin yanı sıra peyzaj çeşitliliği de önemlidir. Peyzaj çeşitliliğinin ekolojik bağlantılılık kapsamında değerlendirilmesi için peyzaj değişim süreçlerinin anlaşılması gerekir (Costanza & Terando, 2019; Jongman vd., 2019). Dünyada kentsel gelişimin olduğu hemen her bölgede, özellikle metropolitan alanlarda kentsel gelişim/değişim, peyzajda çeşitli olumsuz etkilere neden olmuştur (Doğun, 2009; Örucü & Arslan, 2020). Değişimin kaçınılmaz sonuçlarından birisi, doğal ve yarı doğal habitatların parçalanarak izole olması sonucunda genelde uzun vadede etkisini gösteren biyocesislilik kaybıdır. 2014 yılında Montreal'de düzenlenen Küresel Biyoçeşitlilik Kongresi'nde biyoçeşitlilik kaybına atfı yapılmış; habitat kaybı ve parçalanmasının, dünya genelinde biyolojik çeşitlilik için en önemli tehditlerden birisi olduğu ortaya konmuştur. 2019 yılında Paris'de düzenlenen Hükümetler Arası Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Bilim Politikası Politikasından (IPBES) toplantısı; doğal alanların insanlık tarihinde eş görülmemiş oranlarda küresel olarak azaldığını, tehlike altındaki çoğu türün yok olma oranının arttığını, bu durumun dünyada yeni bir dönüm noktası olduğunu vurgulamıştır (García-Díaz vd., 2019). Yüksek

düzeydeki parçalanma peyzaj onarımını hem ekolojik hem de ekonomik açıdan zorlaştırmaktadır. Bu durumda, habitat parçalanmasının etkilerini azaltmak için bağlantılılığın bütüncül bir yaklaşım ile tekrar oluşturulması gereklidir (Esbah vd., 2009; Hepcan vd., 2009; Hepcan & Özkan, 2011; Tülek & Atik, 2012; Park vd., 2014). Ekolojik bağlantılılığın sağlanması ise yeşil ağların planlı şekilde tasarlanmasına bağlıdır (Mougiakou & Photis, 2014; Zhang vd., 2019). Habitat Direktifinin 10. Maddesi (92/43/EEC sayılı Konsey Direktifi), yabani türlerin hareketi için gerekli olan doğrusal veya sürekli peyzaj özelliklerinin yönetimini, peyzaj bağlantılılığına dayandırmıştır. Peyzaj özelliklerinin “bağlantılılık” kapsamında düzenlenmesi, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için de oldukça önemlidir (Ignatieva vd., 2011).

Peyzaj ölçeğinde ekolojik bağlantılılık analizinde kullanılan teori ve yöntemler, peyzaj ekolojisindeki önemli araştırma noktalarından birisi haline gelmiştir (Daigle vd., 2020; Liu vd., 2020b; Mallarach & Marulli, 2006). Ekolojik yapı, işlev ya da peyzaj sınıfları arasındaki ilişkinin belirlenmesi kapsamında ele alınan temel kriterlerden birisi de ekolojik bağlantılılık olmuştur (Carlier & Moran, 2019). Bağlantılılık değerlendirmesi, peyzaj analizleri çerçevesinde kullanılan çeşitli peyzaj metrikleri ve bağlantılılık modelleri gibi kantitatif yöntemler doğrultusunda yapılmaktadır (Pino & Marull, 2012). McRae vd., (2012) ekolojik bağlantılılığın belirlenmesinde ortaya konan yöntemlerin yoğunlukla least-coast corridor modelling, circuit theory, individual-based movement models ve centrality analyses olduğunu belirtmiştir. Bazı araştırmalar ise, planlama sürecinde stratejik çevresel değerlendirmeye kolayca dâhil edilebilecek ve ekolojik bağlantılılığı bölgesel ölçekte maliyet etkin bir şekilde değerlendirmeyi hedeflemiştir. Örneğin; Marulli and Mallarach, (2005) Barselona metropoliteninin %18’ini oluşturan bariyer niteliğindeki yapay alanların, metropolitenin ekolojik bağlantılılığının %57’sini negatif etkilediğini ortaya koymuştur. Dupras vd., (2016) ise 1966-2010 yılları arasında Montreal’de yaptıkları araştırmada, arazi kullanım değişikliğini değerlendirmiş ve ekolojik bağlantılılığın zaman içinde azaldığını belirlemiştir. Wu vd., (2017), Dongshan adasında farklı yıllardaki uydu görüntülerini kullanarak yakınlık analizi (least-coast) modeli ile Bariyer Efektü İndeksi (BEI) ve Ekolojik Bağlantılılık İndeksi (ECI) yardımıyla ekolojik bağlantılılığın üç farklı yıla göre değişimini değerlendirmiş, sonuç olarak peyzaj dokusundaki değişimde bağlantılılığı düşüren peyzaj birimlerinin yeni yol ve tarım alanları olduğu, hızlı kentleşmenin peyzajın yapısı ve işlevleri üzerindeki etkisinin önemli düzeyde yüksek olduğunu belirtmiştir.

Peyzajda çeşitliliği engelleyen unsurlar ile habitat kaybı miktarları farklı araştırmalara konu olmasına rağmen, peyzajın çeşitliliği ya da bağlantılılığı konusunda yapılmış olan çalışma sayısı sınırlıdır (Zwolinski vd., 2018). Bölgesel

peyzajlardaki potansiyel ağları kapsamlı bir şekilde tanımlayan çok az araştırma yapılmıştır (De Montis vd., 2016). Bir peyzajın ekolojik sağlığının kontrol edilmesi, var olan doğal sistemleriyle olan bağlantılılık durumuyla ilgilidir. Ağlar peyzajın fonksiyonunu vurgulamakta ve peyzaj plancıları tarafından arazi mozaiğindeki hareketleri ve akışları engellemede ya da kolaylaştırmada kullanılmaktadırlar (Cunha & Magalhães, 2019). Planlamacılar genel olarak, peyzajın bütünlük, yapısal ve işlevsel bağlantısını modellemek için mekânsal, ekolojik veya diğer peyzaj faktörlerini değil, sadece habitatlar arasındaki peyzaj yamalarını dikkate almaktadır. Bağlantılılığın tekrar sağlanabilmesi ya da sürdürülebilmesi için, uzaklık, büyüklük, yoğunluk gibi peyzaj özelliklerinin ölçülmesi, bir diğer ifadeyle peyzaj paterninin analiz edilmesi, habitatlar arasındaki bariyerlerin belirlenmesi ve potansiyel koridorların ortaya konması gerekmektedir (Nor vd., 2017). Ekolojik bağlantılılığın güçlendirilmesi ya da mevcut güçlü bağlantılılığın korunması, iklim değişikliği sonucunda ya da yanlış arazi kullanımı sonucunda oluşan habitat fragmanasyonun potansiyel yıkıcı etkileri karşısında, özellikle “biyoçeşitlilik koruma” başlığı altında benimsenebilecek önemli bir stratejidir (Saura vd., 2011). Bu stratejinin izlenmesi, ekolojik bağlantılılığın izlenmesine bağlıdır. Bu araştırma, koruma değeri bakımından peyzaj çeşitliliği yüksek alanlara sahip büyük bir bölümü Gediz Havzası sınırı içinde olan Manisa ilinde yürütülmüştür. Sanayileşme ve kentleşme sürecinin peyzaj üzerindeki etkisinin yüksek olduğu Manisa’da yapılan bu araştırma, doğallık seviyesi yüksek yeşil alanlar arasındaki ekolojik bağlantılılığın zaman içerisindeki değişimine odaklanmıştır. 1990, 2000 ve 2018 yılları arasındaki yeşil alanların yapısal bağlantılılık değişimi, çeşitli mekânsal analizler ile incelenmiştir. Bu araştırma, yeşil alanların peyzaj paternindeki parçalanmasını izlemek ve referans olarak kullanılabilir plan (peyzaj planı, üst ölçekli mekânsal planlar, bölge planı, peyzaj atlası vb.) kararlarının oluşturulmasında, “çevresel izleme ve değerlendirme” katkısı sunması bakımından değerlidir. Bağlantı haritalarının oluşturulmasında ve bağlantılılığın yorumlanmasında morfolojik mekânsal patern analizi ve network analizi kullanılmıştır. Bu araştırmanın iki amacı vardır: 1) bağlantılılık ünitelerinin mekânsal-zamansal değişimini izlemek, 2) bağlantılılık açısından önemli ekolojik düğüm ve ağları haritalamak ve bağlantılılık sınıflarının zamansal değişimi yorumlamak.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırma, Manisa ilinde yürütülmüştür. Manisa, Türkiye’nin en büyük 14. şehridir ve nüfusu hızla artan iller arasındadır. İl sınırı içinde toplam 17 ilçe bulunmaktadır ve

7 ilçenin (Yunussemre, Akhisar, Şehzadeler, Turgutlu, Salihli, Soma, Alaşehir) nüfusu 100.000'in üzerindedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, Manisa'nın nüfusu 2000 yılında 1.260.169 iken, 2018 yılında 1.429.643'e yükselmiştir (TÜİK, 2019). İl sınırı, Anadolu Yarımadası'nın batısında, Ege Bölgesi'nin ortasında, 27°08' ve 29°05' doğu boylamları ile 38°04' ve 39°58' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). İl sınırının % 82'si Gediz Havzası sınırları içerisindedir. Araştırma alanı yüzölçümü yaklaşık 13.313 km²'dir.



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu.
Figure 1. Geographical location of the research area.

İzmir metropolü ile varlığını sürdüren Gediz deltası, barındırdığı kuş çeşitliliği ile uluslararası anlamda önem taşımaktadır. Tatlı ve tuzlu habitatlarını bir arada bulunduran Gediz Deltası, değişik habitat istekleri olan pek çok canlı türü için ideal beslenme, konaklama ve üreme alanı oluşturmaktadır. Yaklaşık 220 su kuşunu düzenli olarak barındırması ile Türkiye'nin uluslararası öneme sahip sulak alanlarından birisidir (Kocataş vd., 1988). Deltada gözlenen tepeli pelikan, flamingo, küçük kerkenez, kılıçgaga, kocagöz, bataklık kırlangıcı, akça cılıbit, mahmuzlu kızkuşu, Akdeniz martısı, küçük sumru ve Hazar sumrusu ÖKA (Önemli Kuş Alanı) ölçütlerini sağlamaktadır. Bunların dışında küçük karabatak, flamingo, angıt, tepeli pelikan gibi pek çok tür deltada yüksek miktarlarda kışlamaktadır.

Manisa; doğuda Uşak ve Kütahya, Güneyde Aydın ve Denizli, Kuzeyde Balıkesir ve Batıda İzmir ile komşudur. Manisa, Spil Dağı Milli Parkı ve Mesir Tabiat Parkı, Süreyya Tabiat Parkı ve Kula Peri Bacaları Doğal Anıtı gibi kültürel ve doğal peyzaj özelliklerine sahiptir. Spil Dağı Milli Parkı'nda, 76 endemik bitki türü tespit edilmiştir. Bunlardan

bazıları; *Centaurea polyclada* DC., *Campanula lyrata* Lam. subsp. *lyrata*, *Alkanna areolata* Boiss. var. *areolata*, *Ballota nigra* L. subsp. *anatolica* P.H. Davis, *Stachys cretica* L. subsp. *smyrnaea* Rech., *Thymus zygioides* Griseb. var. *lycaonicus* (Celak.) Ronniger ve *Galium brevifolium* Sm. subsp. *brevifolium* olarak bildirilmiştir (Altan vd., 2017). Kula Peri Bacaları'nda yapılan ilk botanik araştırmalara göre, 18 endemik bitki türü yüksek düzeyde önemli bulunmuş ve bunlardan 13'ünün IUCN'e göre tehdit altında olduğu belirlenmiştir (Işık-Gürsoy vd., 2015). 2018 yılında Manisa'nın Soma ilçesinde yalnızca belirli bir lokasyonda *Dianthus somanus* Oskay endemik taksonu bulunmuştur (Koyuncu & Sezer, 2019).

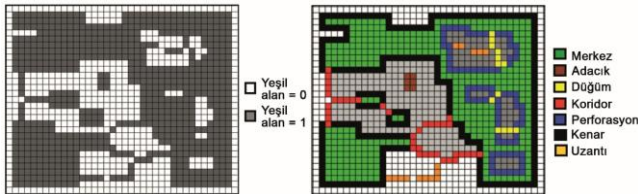
İl sınırları içerisinde hassas ekosistemler de dâhil olmak üzere çeşitli ekosistemler bulunmaktadır. Ayrıca, yaban hayatı için kritik olan yaşam alanları da vardır. Son yıllarda, Manisa'da endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin hızla artması sonucunda çevre kirliliği de artmış, peyzaj üzerinde ciddi bir baskı ortaya çıkmıştır (Gülersoy, 2013). İl sınırları içindeki doğal alanlarından birisi olan Gölarmara Gölü, sürdürülebilir olmayan tarım yöntemleri, su rejimine müdahaleler ve atıklar nedeniyle zarar görmüştür (Arı & Derinöz, 2011). Araştırma alanının seçilmesinde, Manisa il sınırını kapsayan peyzaj bütünündeki negatif yönlü mekânsal bağlantılılık değişimleri etkili olmuştur (Gülçin & Yılmaz, 2020). Bu araştırmanın materyalini, Copernicus Arazi Gözlem Hizmetlerinin (*Copernicus Land Monitoring Service*) web sitesinden ücretsiz olarak indirilen 1990, 2000 ve 2018 yıllarına ait CORINE arazi örtüsü haritaları oluşturmaktadır. Yeşil alanların ekolojik bağlantılılığının analizinde GuidosToolbox 2.9 yazılımı (Vogt, 2016), değişim matrislerinin oluşturulmasında *lulc* R paketi (Moulds vd., 2015) ve Sankey diyagramının üretilmesinde *networkD3* R paketi (Allaire vd., 2017) kullanılmıştır (R, 2020).

Yöntem

Araştırmanın yöntemi; doğal karakteri yüksek yeşil alanların belirlenmesi, morfolojik mekânsal patern analizinin yapılması, bağlantılılık ünitelerinin değişim analizi, bağlantılılık öneminin haritalanması ve mekânsal-zamansal değişimin değerlendirilmesi olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır.

Araştırmanın ilk aşamasında, doğal peyzaj karakteri yüksek yeşil alanlara ait CORINE sınıfları literatür çalışmalarından yararlanılarak belirlenmiştir (Mallarach & Marulli, 2006; Ossola vd., 2019; Velázquez vd., 2019). CORINE üçüncü düzey sınıflarından doğallık seviyesi yüksek mera (231), geniş yapraklı orman (311), iğne yapraklı orman (312), karışık orman (313), doğal çayırılık (321), sklerofil bitki örtüsü (323) ve geçiş sınırındaki odunsu çalı (324) sınıfındaki yeşil alanlar değerlendirmeye alınmıştır.

Yöntemin ikinci aşamasında, bitki örtüsü vektör verileri, raster veri formatına dönüştürülmüştür. Raster haritalar, Boolean mantığa göre GuidosToolbox 2.9 yazılımında kullanılmak üzere tekrar oluşturulmuştur (0: yeşil alan yok, 1: yeşil alan var). Morfolojik mekânsal patern analizi (MSPA), görüntü bileşenlerinin geometrisinin ve bağlantısının açıklamasını hedefleyen özelleştirilmiş bir matematiksel morfolojik operatörler dizisidir (Saura vd., 2011; Soille & Vogt, 2009). Yalnızca geometrik kavramlara dayanan bu yöntem, herhangi bir uygulama alanında herhangi bir ölçekte ve her tür dijital görüntüye uygulanabilir (Vogt, 2016). Şekil 2’de görüldüğü üzere, MSPA sistemi var-yok verisi ile çalışır. Şekilde soldaki ilk görsel, girdi verisini (raster) göstermektedir. MSPA değerlendirilmesinden sonra, yeşil alanları gösteren veri, toplamda 7 sınıfa ayrılmıştır (Saura vd., 2011): 1) merkez (çevre hariç içeride kalan alan); 2) adacık (çekirdek içermeyecek kadar küçük ve ayrık alan); 3) düğüm (aynı çekirdek alana bağlı alan), 4) koridor (farklı çekirdek alanlar arasında bağlantı kuran alan); 5) perforasyon (içerideki nesnenin çevresini ifade eden alan); 6) kenar (dışarıdaki nesnenin çevresini ifade eden alan), 7) uzantı (bir uçtan kenar, perforasyon, koridor veya düğüme bağlı alan). Morfolojik mekânsal patern sınıfları, yeşil alanlardan oluşan peyzajdaki parçalanmayı ve habitat kaybını belirleyen önemli göstergelerdir. Örneğin; merkez alanlar (yeşil alanlar) yeşil alanlar içerisindeki türler için parçalanmamış habitat potansiyelini ifade ederken, kenarlar perforasyon sonrası yeşil alanlarda oluşan sınırları gösterir. Kenarlar, merkez alana göre sınıra bağlı ya da istilacı türleri daha çok barındırır. Bağlantı sağlayan koridorlar ise, tür geçişlerinin potansiyel hareketini ve parçalanması ekolojik hassasiyet yaratabilecek alanları temsil eder. Merkez alanlar arasında bağlantı sağlayabilecek uzantılar, potansiyel koridorlar olarak kabul edilmiştir. Analiz yorumlamalarında bazı sınıflar, farklı kombinasyonlarla eşleştirilebilir. Örneğin, koridorları ifade eden sınıflar, üç uzantı türünden oluşarak (koridorlara sahip uzantı, iç koridora sahip uzantı ve sınırdan oluşan uzantı), parçalanmış ya da kopmuş bağlantıyı ifade edebilir (Çavdar, 2016; Vogt vd., 2007).



Şekil 2. Morfolojik mekânsal patern analizi yöntemi ve analiz sınıfları (habitat üniteleri).

Figure 2. Morphological spatial pattern analysis method and spatial classes (habitat units).

MSPA sınıflarından koridor ve merkez alanlar, mekânsal bağlantılılığı doğrudan sağladığı için önceki çalışmalar bağlantılılık çalışmalarında genel olarak bu iki

sınıfı dikkate almıştır (Ossola vd., 2019; Velázquez vd., 2017). Habitat ünitelerinin alansal değişimi, değişim matrisleri ile incelenmiş ve değişimin daha net anlaşılması için Sankey diyagramı oluşturulmuştur.

MSPA, ağ (*network*) analizinde doğrudan bir veri girdisi olarak kullanılmaktadır. Ağ analizi doğrudan MSPA sonucunda oluşan merkez alanları, diğer bir ifadeyle düğümleri (*nodes*) ve koridorları (*links*), yani bağlantıları değerlendirmeye alır. Hem düğüm hem de bağlantıların tamamı bileşen (*component*) olarak adlandırılır. Ağ analizinin bileşenler (*network components*) ve düğüm/bağlantı önemi (*node/link importance*) olmak üzere iki önemli çıktısı vardır. Bileşenler analizinde, ağın farklı ünitelerini gösteren bileşenleri, farklı renklerde görüntülenir. Siyah renk, bağlantı içermeyen yalnızca düğüm bileşenleri için kullanılır. Eşdeğer Bağlantılı (düğüm/merkez) Alan (EBA), aşağıdaki formülün karekökü olarak hesaplanır.

$$PCnum = \sum_{i=1}^N (düğüm alan_i)^2 \quad (1)$$

Formülde *PCnum*, Saura vd. (2011) tarafından tanımlan ekolojik bağlantılılık konseptinde, bağlantılılık olasılığı sayısını (mevcut toplam habitat sayısı) ifade etmektedir. EBA_rel normalleştirilmiş ya da göreceli EBA değeridir ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$EBA_rel = \sum_{i=1}^N (düğüm alan_i) \quad (2)$$

Peyzaj habitatları çalışmalarına bakıldığında, EBA_rel ayrıca ulaşılabilir habitat miktarı olarak bilinir. EBA_rel, görüntüdeki ağ bileşenlerinin ağ bağlantısı derecesine eşdeğerdir. Düğüm/bağlantı önemi, Saura & Pascual-Hortal (2007) tarafından önerilmiştir ve temelde üç önemli değişkenin toplanmasından oluşur:

$$dPC = dPCintra + dPCflux + dPCconnector \quad (3)$$

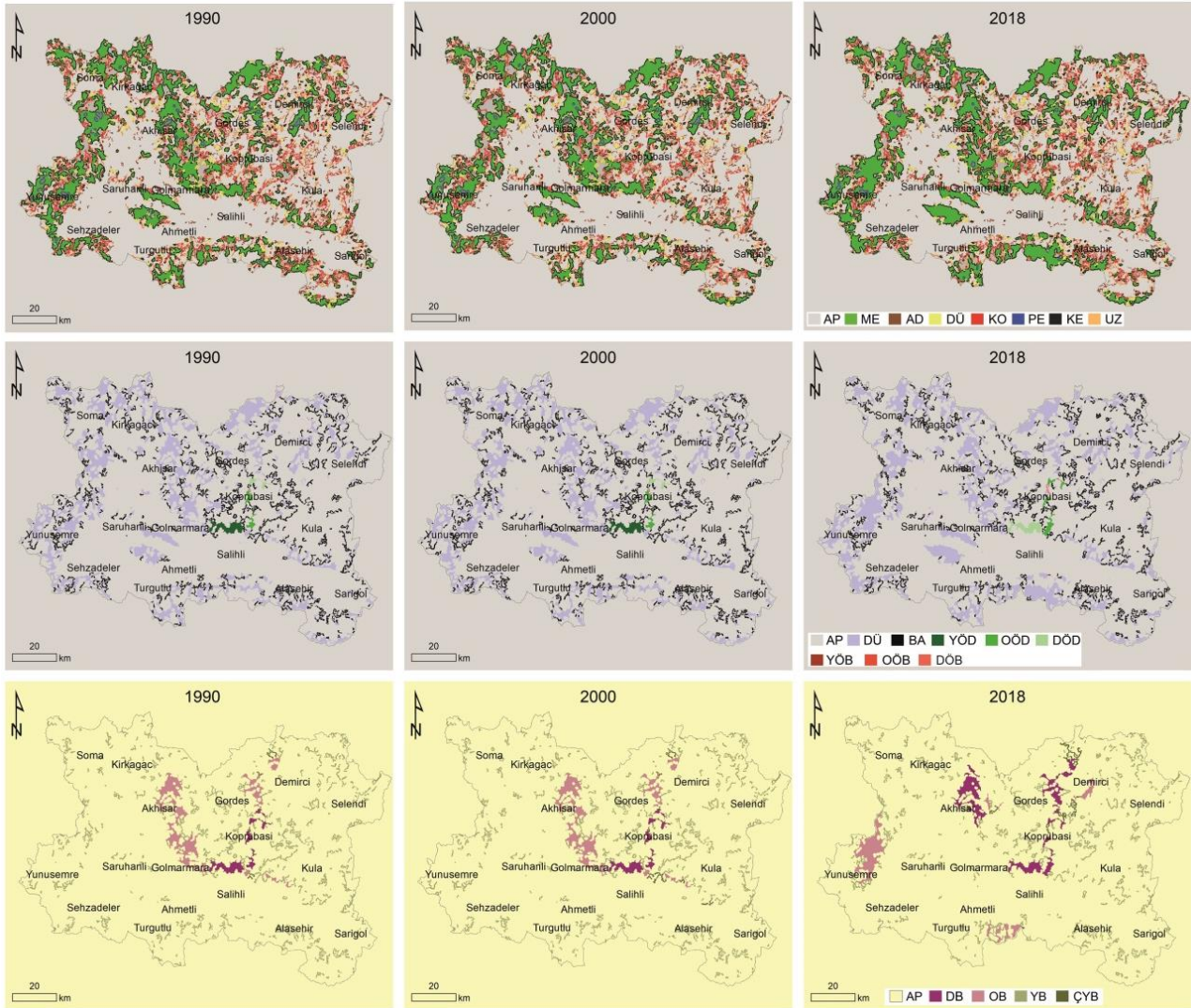
Formülde; *dPC*, bir peyzdaki habitatlara ulaşılabilirliğin önem derecesini; *dPCintra*, eşleşme içi bağlantıyı (*intrapatch connectivity*), *dPCconnector* ise yama veya bağlantının diğer habitat yamaları arasındaki bağlantıya katkısını ifade etmektedir. Bu üç değişkenden, yalnızca *dPCconnector* düğüm ve bağlantı önemini haritalamak için kullanılmıştır. Yöntemin son aşamasında; 1990, 2000 ve 2018 yıllarına ait morfolojik patern analizi, düğüm/bağlantı önem düzeyi ve ağ analizi bileşenlerinin bağlantılılık düzeyini gösteren sonuç haritaları üretilmiştir. Sonuç haritaları değişim matrisi ve Sankey diyagramı ile yorumlanmıştır. Değişim matrisi, değişimdeki değerlerin matematiksel olarak anlaşılmasını sağlarken; Sankey diyagramı arazi örtüsünün çoklu zaman aralıklarına göre değişimini görselleştirmek için kullanılabilir iyi bir araçtır (Cuba, 2015).

BULGULAR

Peyzajın parçalanması, artan insan faaliyetlerinin kaçınılmaz bir sonucudur. Parçalanmanın olumsuz

etkilerinin en aza indirilmesi peyzaj dokusu içindeki habitatlar arasında bağlantı kurulmasına bağlıdır. Bu nedenle, bağlantının değişimini analiz etmek önem taşımaktadır. Sonuçlar, 1990 ve 2000 yılları arasındaki yeşil

alanların yapısal bağlantılılıktaki değişimin, 2000 ve 2018 yılları arasında bağlantı değişimine oranla daha az olduğunu göstermektedir. Şekil 3’de sunulan haritalarda, 2000 ve 2018 yılları arasındaki fark daha belirgindir.



Şekil 3. 1990, 2000 ve 2018 yıllarına ait morfolojik patern analizi, düğüm/bağlantı önem düzeyi ve ağ analizi bileşenlerinin bağlantılılık düzeyini gösteren sonuç haritaları (AP: arka plan, ME: merkez, DÜ: düğüm, KO: koridor, PE: perforasyon, KE: kenar, UZ: uzantı, BA: bağlantı, YÖD: yüksek önem seviyesindeki düğüm, OÖD: orta önem seviyesindeki düğüm, DÖD: düşük önem seviyesindeki düğüm, YÖB: yüksek önem seviyesinde bağlantı, OÖB: orta önem seviyesindeki bağlantı, DÖB: düşük önem seviyesindeki bağlantı, DB: düşük bağlantılılık, OB: orta bağlantılılık, YB: yüksek bağlantılılık, ÇYB: çok yüksek bağlantılılık).

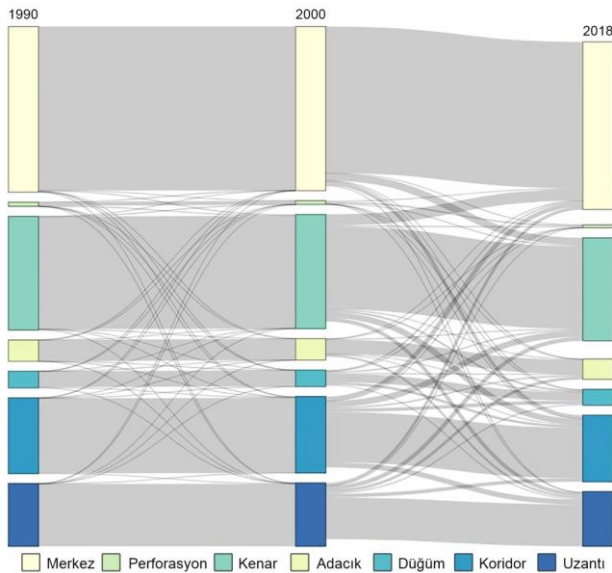
Figure 3. Final maps showing the classes of the morphological pattern analysis, significance level of nodes/links and connectivity level of components based on the network analysis for the years 1990, 2000, and 2018 (AP: background, ME: core, DU: loop, KO: bridge, PE: perforation, KE: edge, UZ: branch, BA: link, YÖD: high importance of node, OÖD: medium importance of node, DÖD: low importance of node, YÖB: high important connection, OÖB: medium important connection, ANC: low important connection, WB: low connectivity, OB: medium connectivity, YB: high connectivity, BID: very high connectivity).

Habitat ünitelerini gösteren haritalar incelendiğinde, araştırma alanının batısındaki ve Salihli ilçesi merkezinin güneyindeki peyzajlarda merkez alanların arttığı ancak koridorların azaldığı gözlemlenmiştir. Aynı durum koruma alanlarından Spil Dağı Milli Parkı için de geçerlidir. Düğüm (*nodes*) ve bağlantıların (*links*) önemini gösteren haritalar incelendiğinde, Gölmarımarı'nın doğusunda bulunan ve düğüm niteliğindeki peyzaj yamasının yüksek önemden düşük öneme geçtiği görülmektedir. Köprübaşı'nın

kuzeyinde düğüm niteliğindeki iki farklı peyzaj yamasının, tam tersine düşük önemden yüksek öneme geçtiği belirlenmiştir. Köprübaşı'nın kuzeyi ve güneyinde iki farklı yamayı birbirine bağlayan bağlantının miktarı zaman içinde artmış, fakat bağlantının önemi düşmüştür. Bağlantılılık düzeyi haritaların incelendiğinde ise, Yunussemre'nin kuzeyinde orta bağlantılılık sağlayan bir alan olduğu gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, Gölmarımarı'nın kuzey batısında orta önem düzeyinde geniş yer kaplayan bir peyzaj yamasının, yaklaşık yarısının

önemini kaybettiği, bir bölümün ise düşük bağlantılılık düzeyine geçtiği görülmektedir. Benzer durum, Köprübaşı'nın kuzeyindeki peyzaj yamaları için de geçerlidir.

Yeşil alanların peyzaj patern ünitelerinin alansal değişim/dönüşümlerini gösteren Sankey diyagramına göre; 1990, 2000 ve 2018 yıllarında peyzaj patern ünitelerinde birbiri ile yer değiştiren üniteler olmuştur (Şekil 4). Üniteleri ifade eden sütunlardaki her bir bileşenin yüksekliği, araştırma alanında temsil edilen arazi örtüsü kategorisinin göreceli bolluğuyla orantılıdır ve kategoriler, en büyüğünden en küçüğüne kadar mekansal boyut dikkate alınarak (dikey olarak) düzenlenmiştir. Sütunlar arasında, değişimin hangi üniteler arasında olduğunu ifade eden çizgilerin kalınlığı, değişimin miktarının anlaşılması bakımından önemlidir. Çizgi kalınlığının artması, bağlantılılık miktarının arttığını gösterir. 1990 ve 2000 yılları arasındaki ünitelerin değişim miktarı birbirine yakındır. Bütün üniteler arasında değişim olmasına rağmen, en önemli değişiklik, 2000 ve 2018 yılları arasındaki merkez ve kenar ünitelerinde görülmüş, kenar ünitelerin bir bölümü merkez alanına, merkez alanların bir bölümü kenar ünitelerine dönüşmüştür. Bağlantıyı sağlayan koridorların önemli sayılabilecek bir bölümü merkeze, bir bölümü kenara ve bir bölümü de uzantıya dönüşmüştür.



Şekil 4. 1990, 2000 ve 2018 yıllarına ait yeşil alanların peyzaj patern ünitelerinin alansal değişim/dönüşümlerini gösteren Sankey diyagramı.

Figure 4. Sankey diagram illustrating the spatial changes / transformations of landscape pattern units of green spaces for the years 1990, 2000 and 2018.

Değişim matrisleri, Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur. Her iki tabloda da değişimin yönü pozitifdir ve en yüksek artış merkez alanlarda, en düşük artış perforasyon alanlarında görülmüştür. Tablo 1'e göre,

bağlantılılık bakımından değer taşıyan merkez alanlar % 19,75 artarken, koridorlar % 9,02 oranında artmıştır. Tablo 2'ye göre; 2000 ve 2018 yılları arasında merkez alanlarda % 19,02, koridorlarda ise % 8,41 artış olmuştur. 2000 ve 2018 yılları arasındaki yeşil alanlara ait habitat ünitelerinin değişim matrisi incelendiğinde, 1990 ve 2000 yıllarına göre hem merkez alanlar hem de koridor alanlarında göre değişim yüzdesi azalmıştır. Merkez alanlarda % 0,73 azalma görülürken, koridor alanlarında % 0,61 azalma görülmüştür. Sonuç olarak, araştırma alanında toplam 178 km² bağlantı sağlayan alan kaybı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. 1990 ve 2000 yılları habitat ünitelerinin değişim matrisi (1: Merkez, 2: Adacık, 3: Perforasyon, 4: Kenar, 5: Düğüm, 6: Köprü, 7: Uzantı, GT: Genel Toplam).

Table 1. Change matrix of habitat units in 1990 and 2000 (1: Core, 2: Islet, 3: Perforation, 4: Edge, 5: Loop, 6: Bridge, 7: Branch, GT: Grand Total).

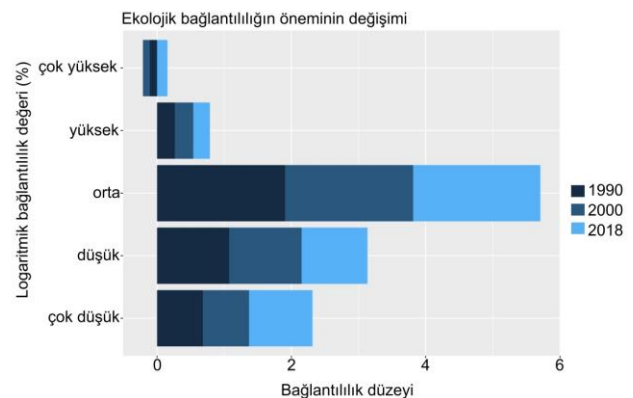
	1	2	3	4	5	6	7	GT (%)
1	19,54	0,00	0,00	0,13	0,01	0,06	0,02	19,75
2	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54
3	0,00	0,00	0,44	0,04	0,00	0,00	0,00	0,50
4	0,02	0,00	0,00	13,41	0,01	0,05	0,03	13,43
5	0,00	0,00	0,00	0,01	1,89	0,06	0,01	1,97
6	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	8,93	0,03	9,02
7	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	7,44	7,47

Tablo 2. 2000 ve 2018 yılları habitat ünitelerinin değişim matrisi (1: Merkez, 2: Adacık, 3: Perforasyon, 4: Kenar, 5: Düğüm, 6: Köprü, 7: Uzantı, GT: Genel Toplam).

Table 1. Change matrix of habitat units in 2000 and 2018 (1: Core, 2: Islet, 3: Perforation, 4: Edge, 5: Loop, 6: Bridge, 7: Branch, GT: Grand Total).

	1	2	3	4	5	6	7	GT (%)
1	17,46	0,03	0,03	0,87	0,10	0,42	0,12	19,02
2	0,05	1,69	0,00	0,07	0,03	0,08	0,24	2,16
3	0,12	0,00	0,18	0,12	0,00	0,01	0,01	0,43
4	1,34	0,09	0,10	9,88	0,21	0,70	0,44	12,75
5	0,16	0,11	0,02	0,15	1,01	0,27	0,11	1,82
6	0,53	0,17	0,01	0,72	0,37	6,00	0,61	8,41
7	0,34	0,34	0,00	0,48	0,14	4,97	4,97	6,69

Şekil 5'de sunulan yığılmış sütun grafiği, ekolojik bağlantılılığın öneminin yıllara göre değişimini göstermektedir.



Şekil 5. Ekolojik bağlantılılık düzeyi öneminin yıllara göre değişimini gösteren yığılmış sütun grafiği.

Figure 5. Stacked bar chart showing the change in significance level of ecological connectivity over the years.

Bağlantılılık değerlerindeki marjinal farklılıklar nedeniyle standardizasyon, bir diğer ifadeyle logaritmik transformasyon yapılmıştır. Grafiğe göre ekolojik bağlantılılığı çok düşük ve orta düzeydeki yeşil alanların bağlantılılık önem seviyesi artmıştır. Bağlantılılığı düşük düzeydeki yeşil alanların, önem seviyesi yıllara göre görece olarak azalmıştır. Bağlantılılığı çok yüksek, yüksek ve düşük alanların önem seviyesinde önemli bir değişiklik olmamıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

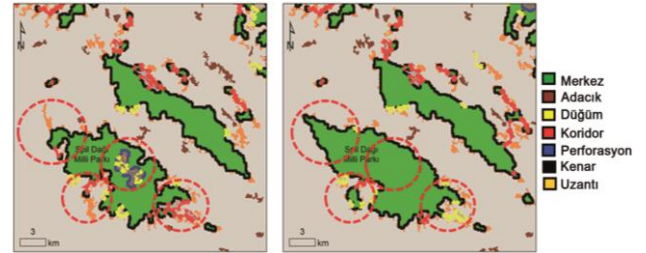
Habitat kaybını en aza indirmek, fragmentasyonu önlemek ve ekolojik bağlantılılığı güçlendirmek için mekânsal planlamacıların kullanımı kolay ve aynı zamanda güçlü planlama alternatif araçlarına ihtiyacı vardır (Almenar vd., 2019). Ekolojik değerlerin korunması ve dengeli kullanımının sağlanması için; koruma yöntemlerinin araştırılması, analiz edilmesi, planlanması ve plan kararlarının zaman içindeki uygulama süreçlerinin denetlenmesi, gerekli durumlarda müdahale edilebilmesi gerekmektedir. Bu aşamalarda, planlama kararlarını yönlendirecek altlık haritaların da kapsamlı bir şekilde üretilmesi gereklidir (Yüksek vd., 2020). Bu kapsamda, ekolojik bağlantılılık ünitelerindeki değişimlerin izlenmesi ve bağlantılılığın önemindeki değişimlerin koruma planlaması kapsamında değerlendirilmesi önemlidir.

Bu çalışmada incelenen yeşil alanların miktarı; 1990 yılında 5.524 km², 2000 yılında 5.485 km², 2018 yılında ise 5.369 km² olduğu belirlenmiştir. 1990 ve 2000 yılları arasında yeşil alan miktarı azalmış, 2018 ve 2000 yılları arasında ise yeşil alan miktarı artmıştır. Gülersoy, (2013), Manisa'da İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün bitkilendirme çalışmalarının artmasına atf yapmış ve ağaçlandırma çalışmalarında özellikle *Pinus pinea* L. gibi ekonomik getirisi yüksek ağaçların kullanıldığını belirtmiştir.

Yeşil alanların bağlantılılık düzeyi haritasına göre, mekânsal zamansal değişim sonucunda, yüksek düzeyde bağlantılılık sağlayan düğüm yamaları (*nodes*) düşük düzeyde bağlantı sağlayan yamalara dönüşmüştür. Buna ek olarak, ekolojik bağlantılılık sağlayan bağlantı ünitelerinin (*links*) önem düzeyi değişmiştir. Ekolojik bağlantılılığı çok düşük ve orta düzeydeki yeşil alanların önem düzeyinin artması, araştırma alanındaki bazı yeşil alanların parçalandığını ve bu nedenle oluşan yeni bağlantıların, önceki yıllardaki bağlantı seviyesine göre daha önemli olduğuna işaret etmektedir.

Korunan alanlarda zaman içinde yeşil alan miktarının, dolayısıyla merkez alanların artması, doğrudan bağlantılılığın arttığını göstermez. Bağlantılılığı net olarak yorumlamak için, merkezlerin koridorlar ve potansiyel koridorlar (uzantı) ile yorumlanması gerekir. Örneğin Şekil

6'da 2000 ve 2018 yıllarında Spil Dağı Milli Parkı'ndaki morfolojik mekânsal patern sınıfları sunulmuş, dört farklı daire içindeki değişimler incelenmiştir. İnceleme sonucunda, merkez alanlar artarken koridorlar ve uzantıların azaldığı görülmektedir. Bu durum, milli parkta ya da parkın yakın çevresinde çeşitli nedenlerden dolayı (orman yangını, yeni yol yapımı vb.) parçalanma (fragmentasyon) olduğunu göstermektedir. Bu araştırma, yeşil alanların parçalanmasının nedenlerine odaklanmamış, yalnızca mekânsal zamansal yapısal bağlantılılık değişimlerini analiz etmiştir.



Şekil 6. Spil Dağı Milli Parkı morfolojik mekânsal patern analizi sınıflarının değişimi.

Figure 6. Change in the morphological spatial pattern classes of the Spil Mountain National Park.

Pino & Marull, (2012) ve Dupras vd., (2016) tarafından vurgulandığı gibi; planlama alanında habitat koridorlarının belirlenmesi, kentsel faaliyetlerin doğal bağlantılara zarar vermesini önleyebilecek bir koruma stratejisi oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Bu aşamada, bölgedeki korunan alanları bir bütünlük içerisinde barındıran, batıda Yamanlar volkanı ve doğuda Spil Dağı ile şekillenen kütle, korunan alanlar ağının oluşturulması açısından bir bütün olarak ele alınmalıdır. Büyük bir peyzaj matrisi oluşturan bu dağlık alan batıdan doğuya doğru; Yamanlar Dağı Tabiat Parkı, İzmir Karagöl Tabiat Parkı, Süreyya Tabiat Parkı, Spil Dağı Milli Parkı ve Mesir Tabiat Parkı'ndan oluşan bir zincir şeklindedir. Manisa ve İzmir il sınırları içinde yer alan, ancak ekolojik açıdan birbirinin devamı niteliğinde olan bu alanlarda, bağlantılılık temelinde bir korunan alan yönetiminin benimsenmesi önerilmektedir (Gülçin & Yılmaz, 2020). Bu yaklaşım, araştırma alanına komşu olan İzmir metropolünün ve onu çevreleyen kırsal peyzajın sürdürülebilir yönetimine de katkı sağlayacaktır. Yürürlükte olan Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği (CSB, 2014), havza bütününe dikkate alan ve korunan alanlar ağı tesis edecek nitelikte üst düzey planları öngörmektedir. Gerek mevzuat ve gerekse bu araştırmanın bulguları dikkate alındığında, ekolojik bağlantılılık ve ağ analizi kombinasyonundan oluşan bir peyzaj analizi ve değerlendirilmesinin mekânsal planlama sürecine entegre edilmesi önerilmektedir.

Manisa İl Çevre Durum Raporu incelendiğinde artan nüfus ve plansız kentleşme sebebiyle meydana gelen problemler ile bu araştırma sonucunda elde edilen sonucun paralellik gösterdiği görülmektedir (MV, 2020). İlde yapılan güncel çalışmalardan birisi, Gediz Havzası Eylem Planıdır. Gediz Havzası Eylem Planı kapsamında Manisa'da Eylem İlerleme ve Değerlendirme toplantıları

yapılmıştır. Eylem planı raporunda, ekolojik hedeflerin su kalitesi üzerinden tartışıldığı bölümler yer almış, ancak havza ölçeğinde herhangi bir ekolojik planın hazırlanmasının gündemde olmadığı görülmüştür. Ekolojik bağlantılığı yüksek ve restore edilebilirliği açısından kritik düzeyde önemli olan habitatları haritalamanın, peyzaj planlaması ve yönetiminde önemli derecede katkı sağlayacağı açıktır.

Bu araştırma, yeşil alanların yapısal bağlantılılığına odaklanmıştır. Habitatlara ilişkin arazi verisi olmadığı için fonksiyonel bağlantılılık değerlendirmeye alınmamıştır. Bundan sonraki araştırmalar, yeşil alanların bağlantılılığını daha kapsamlı olarak değerlendirmek için hem yapısal hem de fonksiyonel bağlantılılık modelini kullanabilir. Bu bağlamda, arazi gözlemlerine dayanan ve türlerin peyzajdaki hareketinin anlaşılmasını sağlayacak veri toplama yöntemlerinin benimsenmesi önerilmektedir.

Doğal peyzaj karakteri yüksek yeşil alanların sürdürülebilir planlaması ve yönetilmesi için, ekolojik bağlantılılık sağlayan habitat ünitelerindeki mekânsal zamansal değişimlerin güncel veriler ve yöntemler ile analiz edilmesi doğru ve etkin sonuçlara ulaşabilmek bakımından çok önemlidir. Tür-peyzaj etkileşimi göz önünde bulundurulduğunda, yeşil alanlardan oluşan merkezlerin yerel popülasyonların devamlılığını sağlaması gerektiği belirtilmiştir (Öner vd., 2015; Çavdar, 2016). Yeşil alanların sağladığı ekolojik bağlantılılık haritalarının analiz edilmesi, parçalanma seviyesi yüksek yeşil alanların koruma önceliklerinin belirlenmesinde fayda sağlayabilir.

Bu çalışmada, yeşil alanların ekolojik bağlantılılığının mekânsal zamansal değerlendirilmesine ilişkin bir dizi analiz yapılmış, sonuç olarak yeşil alanların bağlantılılığının azaldığı belirlenmiştir. Manisa'da özellikle bağlantılılık göstermeyen veya düşük bağlantıya sahip doğal peyzaj karakteri yüksek yeşil alanların korunması ve ekolojik fonksiyonların tekrar sağlanması için planlamaya yönelik stratejik adımların belirlenmesine ihtiyaç vardır. Yazar, bu çalışmada bulunan ekolojik bağlantı kaybının gelecekte hazırlanacak stratejik plana katkıda bulunduğuna inanmaktadır. Bu bağlamda, çevre politikacılarının ve arazi yöneticilerinin bu çalışmanın bulgularını kullanması ve bulguları yeni koruma eylemleri planlarına dâhil etmesi beklenmektedir.

TEŞEKKÜR

GuidosToolbox 2.9 yazılımının geliştiricisi Dr. Peter Vogt'a yeşil alanların mekânsal analizleri hakkında verdiği teknik destekten dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Allaire, J.J., Gandrud, C., Russell, K. & Yetman, C.J. (2017). NetworkD3: D3 javascript network graphs from r. *R package version 0.4*.

Altan, Y., Aktaş, K. & Suveren, Y.M. (2017). Flora of beydere village (Manisa). *Bilge International*

Journal of Science and Technology Research, 1(2), 143-154.

- Arı, Y. & Derinöz, B. (2011). How not to manage a wetland? The case of Lake Marmara (Manisa) with a cultural ecological perspective. *Turkish Journal of Geographical Sciences*, 9(1), 41-60.
- Bargelt, L., Fortin, M.J. & Murray, D.L. (2020). Assessing connectivity and the contribution of private lands to protected area networks in the United States. *PloS One*, 15(3), e0228946.
- Brodie, J.F., Paxton, M., Nagulendran, K., Balamurugan, G., Clements, G.R., Reynolds, G., Jain, A. & Hon, J. (2016). Connecting science, policy, and implementation for landscape-scale habitat connectivity. *Conservation Biology*, 30(5), 950-961.
- Carlier, J. & Moran, J. (2019). Landscape typology and ecological connectivity assessment to inform Greenway design. *Science of the Total Environment*, 651, 3241-3252.
- Chubaty, A.M., Galpern, P. & Doctolero, S.C. (2020). The r toolbox grainscape for modelling and visualizing landscape connectivity using spatially explicit networks. *Methods in Ecology and Evolution*, 11(4), 591-595.
- Correa Ayram, C.A., Mendoza, M.E., Etter, A. & Salicrup, D.R.P. (2016). Habitat connectivity in biodiversity conservation: A review of recent studies and applications. *Progress in Physical Geography*, 40(1), 7-37.
- Costanza, J.K. & Terando, A.J. (2019). Landscape connectivity planning for adaptation to future climate and land-use change. *Current Landscape Ecology Reports*, 4(1), 1-13.
- CSB. (2014). *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı mekânsal planlama genel müdürlüğü mekânsal planlar yapım yönetmeliği*. Erişim tarihi: 20.04.2020, <https://mpgm.csb.gov.tr/plan-gosterimleri-i-4926>.
- Cuba, N. (2015). Research note: Sankey diagrams for visualizing land cover dynamics. *Landscape and Urban Planning*, 139, 163-167.
- Cunha, N.S. & Magalhães, M.R. (2019). Methodology for mapping the national ecological network to mainland Portugal: A planning tool towards a green infrastructure. *Ecological Indicators*, 104, 802-818.
- Cushman, S.A. & McGarigal, K. (2019). Metrics and models for quantifying ecological resilience at landscape scales. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 440.
- Çavdar, B. (2016). *Orman alanlarının peyzaj mekânsal ve yapısal analizi: İzmir ili Nif Dağı*. Yüksek Lisans

- Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bornova-İzmir, Türkiye, 70s.
- Daigle, R.M., Metaxas, A., Balbar, A.C., McGowan, J., Trembl, E.A., Kuempel, C.D., Possingham, H.P. & Beger, M. (2020).** Operationalizing ecological connectivity in spatial conservation planning with Marxan Connect. *Methods in Ecology and Evolution*, *11*(4), 570-579.
- De Montis, A., Caschili, S., Mulas, M., Modica, G., Ganciu, A., Bardi, A., Ledda, A., Dessena, L., Laudari, L. & Fichera, C.R. (2016).** Urban-rural ecological networks for landscape planning. *Land Use Policy*, *50*, 312-327.
- Desmet, P.G. (2018).** Using landscape fragmentation thresholds to determine ecological process targets in systematic conservation plans. *Biological Conservation*, *221*, 257-260.
- Doygun, H. (2009).** Effects of urban sprawl on agricultural land: a case study of Kahramanmaraş, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *158*(1-4), 471.
- Dupras, J., Marull, J., Parcerisas, L., Coll, F., Gonzalez, A., Girard, M. & Tello, E. (2016).** The impacts of urban sprawl on ecological connectivity in the Montreal Metropolitan Region. *Environmental Science & Policy*, *58*, 61-73.
- Esbah, H., Cook, E.A., & Ewan, J. (2009).** Effects of increasing urbanization on the ecological integrity of open space preserves. *Environmental Management*, *43*(5), 846-862.
- García-Díaz, P., Anderson, D.P. & Lurgi, M. (2019).** Evaluating the effects of landscape structure on the recovery of an invasive vertebrate after population control. *Landscape Ecology*, *34*(3), 615-626.
- Garrido-Garduño, T., Téllez-Valdés, O., Manel, S. & Vázquez-Domínguez, E. (2016).** Role of habitat heterogeneity and landscape connectivity in shaping gene flow and spatial population structure of a dominant rodent species in a tropical dry forest. *Journal of Zoology*, *298*(4), 293-302.
- Gurrutxaga, M., Lozano, P.J. & del Barrio, G. (2010).** GIS-based approach for incorporating the connectivity of ecological networks into regional planning. *Journal for Nature Conservation*, *18*(4), 318-326.
- Gülçin, D. & Yılmaz, K.T. (2020).** Quantification of the Change in Ecological Connectivity Using a GIS-Based Model and Current Complexity Metrics. *International Journal of Geography and Geography Education*, *42*, 689-701.
- Gülersoy, A.E. (2013).** Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımında Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi: Manisa Merkez İlçesi Örneği (1986-2010). *Electronic Turkish Studies*, *8*, 1915-1934.
- Hepcan, Ç.C. & Özkan, M.B. (2011).** Establishing ecological networks for habitat conservation in the case of Çeşme-Urula Peninsula, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, *174*(1-4), 157-170.
- Hepcan, Ş., Hepcan, Ç.C., Bouwma, I.M., Jongman, R.H. & Özkan, M.B. (2009).** Ecological networks as a new approach for nature conservation in Turkey: a case study of Izmir Province. *Landscape and Urban Planning*, *90*(3-4), 143-154.
- Hess, G.R. & Fischer, R.A. (2001).** Communicating clearly about conservation corridors. *Landscape and Urban Planning*, *55*(3), 195-208.
- Ignatieva, M., Stewart, G.H. & Meurk, C. (2011).** Planning and design of ecological networks in urban areas. *Landscape and Ecological Engineering*, *7*(1), 17-25.
- Işık-Gürsoy, D., Uğurlu, E. & Oldeland, J. (2016).** Plant communities, diversity and endemism of the Kula Volcano, Manisa, Turkey. *Plant Biosystems*, *150*(5), 1046-1055.
- Kindlmann, P. & Burel, F. (2008).** Connectivity measures: a review. *Landscape Ecology*, *23*(8), 879-890.
- Kocataş, A., Ergen, Z., Katağan, T., Koray, T., Büyükkışık, B., Mater, D., Özel, I., Uçal, O. & Önen, M. (1988).** Effects of pollution on benthic and pelagic ecosystems of the Izmir Bay (Turkey). MAP Technical Reports Series, *2*, 53-72.
- Koyuncu, O. & Sezer, O. (2019).** About The Floristic Diversity of Manisa/Turkey. *International Journal of Environmental Research and Technology*, *2*(3), 69-73.
- LaPoint, S., Balkenhol, N., Hale, J., Sadler, J. & van der Ree, R. (2015).** Ecological connectivity research in urban areas. *Functional Ecology*, *29*(7), 868-878.
- Liu, W., Hughes, A.C., Bai, Y., Li, Z., Mei, C. & Ma, Y. (2020a).** Using landscape connectivity tools to identify conservation priorities in forested areas and potential restoration priorities in rubber plantation in Xishuangbanna, Southwest China. *Landscape Ecology*, *35*(2), 389-402.
- Liu, Z., Xiu, C. & Ye, C. (2020b).** Improving Urban Resilience through Green Infrastructure: An Integrated Approach for Connectivity

- Conservation in the Central City of Shenyang, China. *Complexity*, **2020**, 1-15.
- Mallarach, J.M. & Marull, J. (2006).** Impact assessment of ecological connectivity at the regional level: recent developments in the Barcelona Metropolitan Area. *Impact Assessment and Project Appraisal*, **24**(2), 127-137.
- Martensen, A.C., Saura, S. & Fortin, M.J. (2017).** Spatio-temporal connectivity: assessing the amount of reachable habitat in dynamic landscapes. *Methods in Ecology and Evolution*, **8**(10), 1253-1264.
- Marulli, J. & Mallarach, J.M. (2005).** A GIS methodology for assessing ecological connectivity: application to the Barcelona Metropolitan Area. *Landscape and Urban Planning*, **71**(2-4), 243-262.
- McGarigal, K., Wan, H. Y., Zeller, K.A., Timm, B.C. & Cushman, S.A. (2016).** Multi-scale habitat selection modeling: a review and outlook. *Landscape Ecology*, **31**(6), 1161-1175.
- McRae, B.H., Hall, S.A., Beier, P. & Theobald, D.M. (2012).** Where to restore ecological connectivity? Detecting barriers and quantifying restoration benefits. *PloS One*, **7**(12), e52604.
- Meerow, S. & Newell, J.P. (2017).** Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, **159**, 62-75.
- Moilanen, A. & Hanski, I. (2001).** On the use of connectivity measures in spatial ecology. *Oikos*, **95**(1), 147-151.
- Mougiakou, E. & Photis, Y.N. (2014).** Urban green space network evaluation and planning: Optimizing accessibility based on connectivity and raster gis analysis. *European Journal of Geography*, **5**(4), 19-46.
- Moulds, S., Buytaert, W. & Mijic, A. (2015).** An open and extensible framework for spatially explicit land use change modelling: the lulcc R package. *Geoscientific Model Development*, **8**, 3215-3229.
- MV. (2020).** *Manisa Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Manisa İl Çevre Durum raporu.* Erişim tarihi: 13.01.2020, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/man-sa_2018_-cdr_son_20191015130608.pdf.
- Ng, C.N., Xie, Y.J. & Yu, X.J. (2013).** Integrating landscape connectivity into the evaluation of ecosystem services for biodiversity conservation and its implications for landscape planning. *Applied Geography*, **42**, 1-12.
- Nor, A.N.M., Corstanje, R., Harris, J.A., Grafius, D.R. & Siriwardena, G.M. (2017).** Ecological connectivity networks in rapidly expanding cities. *Heliyon*, **3**(6), e00325.
- Nowosad, J. & Stepinski, T.F. (2019).** Information theory as a consistent framework for quantification and classification of landscape patterns. *Landscape Ecology*, **34**(9), 2091-2101.
- Oh, K., Lee, D. & Park, C. (2011).** Urban ecological network planning for sustainable landscape management. *Journal of Urban Technology*, **18**(4), 39-59.
- Ossola, A., Locke, D., Lin, B. & Minor, E. (2019).** Yards increase forest connectivity in urban landscapes. *Landscape Ecology*, **34**(12), 2935-2948.
- Öner, N., Bilgili, B.C., & Çorbacı, Ö.L. (2015).** Determination of potential natural oak sites for landscape design using GIS in Turkey. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, **16**(2), 783-794.
- Örücü, Ö.K., & Arslan, E.S. (2020).** Beyşehir Gölü ve Kızıldağ Milli Parkı Sınır Değişikliğinin Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Açısından Analizi. *International Journal of Geography and Geography Education*, **41**, 292-318.
- Park, S., Hepcan, Ç.C., Hepcan, Ş., & Cook, E.A. (2014).** Influence of urban form on landscape pattern and connectivity in metropolitan regions: a comparative case study of Phoenix, AZ, USA, and Izmir, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, **186**(10), 6301-6318.
- Pino, J. & Marull, J. (2012).** Ecological networks: are they enough for connectivity conservation? A case study in the Barcelona Metropolitan Region (NE Spain). *Land Use Policy*, **29**(3), 684-690.
- R (2020).** *R: A language and environment for statistical computing*, Erişim tarihi: 16.07.2020, <https://www.R-project.org>.
- Santos, M., Cagnolo, L., Roslin, T., Marrero, H.J. & Vázquez, D.P. (2019).** Landscape connectivity explains interaction network patterns at multiple scales. *Ecology*, **100**(11), e02883.
- Saura, S. & Pascual-Hortal, L. (2007).** A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, **83**(2-3), 91-103.
- Saura, S., Estreguil, C., Mouton, C. & Rodriguez-Freire, M. (2011).** Network analysis to assess landscape connectivity trends: application to European forests (1990–2000). *Ecological Indicators*, **11**(2), 407-416.
- Shi, F., Liu, S., An, Y., Sun, Y., Zhao, S., Liu, Y. & Li, M. (2020).** Spatio-Temporal Dynamics of

- Landscape Connectivity and Ecological Network Construction in Long Yangxia Basin at the Upper Yellow River. *Land*, **9**(8), 265.
- Soille, P. & Vogt, P. (2009).** Morphological segmentation of binary patterns. *Pattern Recognition Letters*, **30**(4), 456-459.
- Sutherland, C., Fuller, A.K. & Royle, J.A. (2015).** Modelling non-Euclidean movement and landscape connectivity in highly structured ecological networks. *Methods in Ecology and Evolution*, **6**(2), 169-177.
- Tarabon, S., Calvet, C., Delbar, V., Dutoit, T. & Isselin-Nondedeu, F. (2020).** Integrating a landscape connectivity approach into mitigation hierarchy planning by anticipating urban dynamics. *Landscape and Urban Planning*, **202**, 103871.
- Taylor, J., Paine, C. & FitzGibbon, J. (1995).** From greenbelt to greenways: four Canadian case studies. *Landscape and Urban Planning*, **33**(1-3), 47-64.
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K. & Merriam, G. (1993).** Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, **68**(3), 571-573.
- TÜİK. (2019).** *Türkiye İstatistik Kurumu*. Erişim tarihi: 01.01.2020, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1047.
- Tülek, B., & Atik, M. (2012).** Doğa Korumada Ekolojik Ağlar; Habitat Bağlantıları ve Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Örneğinde İncelenmesi. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, **6**(1), 01-06.
- Uroy, L., Ernoult, A. & Mony, C. (2019).** Effect of landscape connectivity on plant communities: a review of response patterns. *Landscape Ecology*, **34**(2), 203-225.
- Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R. & Mander, Ü. (2009).** Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research*, **3**(1), 1-28.
- Velázquez, J., Gutiérrez, J., García-Abril, A., Hernando, A., Aparicio, M. & Sánchez, B. (2019).** Structural connectivity as an indicator of species richness and landscape diversity in Castilla y León (Spain). *Forest Ecology and Management*, **432**, 286-297.
- Vogt, P. (2016).** GuidosToolbox (Graphical User Interface for the Description of image Objects and their Shapes). Digital image analysis software collection. Available at: <http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos>
- Vogt, P., Riitters, K.H., Estreguil, C., Kozak, J., Wade, T.G. & Wickham, J.D. (2007).** Mapping spatial patterns with morphological image processing. *Landscape Ecology*, **22**(2), 171-177.
- Wainwright, J., Turnbull, L., Ibrahim, T.G., Lexartza-Artza, I., Thornton, S.F. & Brazier, R.E. (2011).** Linking environmental regimes, space and time: Interpretations of structural and functional connectivity. *Geomorphology*, **126**(3-4), 387-404.
- Wu, L.Y., He, D.J., You, W.B., Ji, Z. R., Tan, Y. & Zhao, L.L. (2017).** The dynamics of landscape-scale ecological connectivity based on least-cost model in Dongshan Island, China. *Journal of Mountain Science*, **14**(2), 336-345.
- Yüksek, T., Özçelik, A.E., & Verep, B. (2020).** Fırtına Deresi Yağış Havzasının Bazı Havza Karakteristikleri ile Arazilerin Yükselti, Bakı, Eğim ve Kayaç Türlerine Göre Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **5**(3), 439-449.
- Zhang, Z., Meerow, S., Newell, J.P. & Lindquist, M. (2019).** Enhancing landscape connectivity through multifunctional green infrastructure corridor modeling and design. *Urban Forestry & Urban Greening*, **38**, 305-317.
- Zwoliński, Z., Najwer, A. & Giardino, M. (2018).** Methods for assessing geodiversity. In: Reynard, E. & Brilha, J. (Eds.), *Geoheritage, 1st ed.*, 27-52p, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.



Prina Yağının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemlerine İlavesinin Büyüme Performansı, Bağışıklık Parametreleri ve Hastalık Direnci (*Lactococcus garvieae*) Üzerine Etkileri

Ebru YILMAZ^{1*} Ekrem Şanver ÇELİK² Sebahattin ERGÜN² Sevdan YILMAZ²

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 09100 Aydın-Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 17100 Çanakkale-Türkiye

Geliş/Received: 21.09.2020

Kabul/Accepted: 05.11.2020

Atf yapmak için: Yılmaz, E., Çelik, E.Ş., Ergün, S. & Yılmaz, S. (2020). Prina Yağının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemlerine İlavesinin Büyüme Performansı, Bağışıklık Parametreleri ve Hastalık Direnci (*Lactococcus garvieae*) Üzerine Etkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 597-604.
How to cite: Yılmaz, E., Çelik, E.Ş., Ergün, S. & Yılmaz, S. (2020). Effects of Dietary Olive Pomace Oil on Growth Performance, Some Immune Parameters and Disease Resistance (*Lactococcus garvieae*) of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 597-604.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-1905-1265>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4514-457X>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-9077-9438>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-9077-9438>

***Sorumlu yazarın:**

Ebru YILMAZ

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 09100 Aydın-Türkiye.

✉: ebruyilmaz@adu.edu.tr

Cep telefonu : +90 (531) 894 43 16

Telefon : +90 (256) 772 70 22 / 6482

Faks : +90 (256) 772 72 33

Öz: Bu çalışmada, gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine prina yağı ilavesinin balıkların büyüme performansı, bazı kan parametreleri ve hastalık direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemede, ortalama ağırlığı 12,10±0,13 g olan 360 adet gökkuşluğu alabalığı kullanılmıştır. Denemede kontrol grubu, prina grubu 1 (%12 balık yağı + %4 prina yağı), prina grubu 2 (%8 balık yağı + %8 prina yağı) ve prina grubu 3 (%4 balık yağı + %12 prina yağı) deneme grupları olmak üzere toplamda 4 grup oluşturulmuştur. Balıklar deneme yemleri ile 60 gün beslenmişlerdir. Yeme eklenen farklı oranlardaki prina yağının balıkların büyüme performansında herhangi bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür. Prina yağı genel olarak serum biyokimyası parametreleri üzerinde olumsuz bir etki göstermemiştir. Araştırma sonuçlarımızda %4 prina yağının yemlere ilavesi ile balıkların bağışıklık parametrelerinin ve *Lactococcus garvieae*' a karşı direncinin arttığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Büyüme performansı, gökkuşluğu alabalığı, immunolojik parametreler, *Lactococcus garvieae*, prina yağı.

Effects of Dietary Olive Pomace Oil on Growth Performance, Some Immune Parameters and Disease Resistance (*Lactococcus garvieae*) of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Abstract: The present study investigated the effects of supplementation pomace oil on growth performance, some immune parameters and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In trial, 360 rainbow trout, which had average weight of 12.10 ± 0.13, was used. In the experiment, totally 4 group were formed including control group, pomace group 1 (12% fish oil + 4% olive pomace oil), pomace group 2 (8% fish oil + 8% olive pomace oil) and pomace group 3 (4% fish oil + 12% olive pomace oil). Fish were fed with the experimental diets for 60 days. It was observed that olive pomace oil in different ratios added to the diet did not cause any difference in the amount of growth parameters in fish. Olive pomace oil did not have a negative effect on serum biochemistry and immunological parameters. These results indicate that olive pomace oil supplementation significantly increased the immune responses and makes *O. mykiss* more resistant to infection by *L. garvieae*.

Keywords: Growth performance, immune parameters, *Lactococcus garvieae* olive pomace oil, rainbow trout.

***Corresponding author's:**

Ebru YILMAZ

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Aquaculture, 09100 Aydın-Turkey.

✉: ebruyilmaz@adu.edu.tr

Mobile telephone : +90 (531) 894 43 16

Telephone : +90 (256) 772 70 22 / 6482

Fax : +90 (256) 772 72 33

GİRİŞ

Balık tüketimindeki küresel artış, sadece nüfus artışından kaynaklanmamaktadır, aynı zamanda balık tüketiminin sağlık açısından faydaları da bu artışa neden olmaktadır (Nasopoulou vd., 2013). Yetiştiricilik sektörü yem yapımında, dünyada üretilen balık ununun %40'nı ve balık yağının %60'nı kullanmaktadır. Önümüzdeki 10 yıl içerisinde, üretilen balık yağının su ürünleri sektöründe kullanılmak üzere gerekli miktarı karşılayamayacağı öngörülmektedir (Tacon, 2005). Balık yağı üretiminin azalması ve fiyatının yüksek olması nedeniyle, su ürünleri sektöründe alternatif hammadde arayışına başlanmıştır (Tacon & Metian, 2008). Bitkisel yağlar kolaylıkla temin edilebilmeleri, yem sanayide kullanılabilmesi, uygun maliyetli ve çevreye duyarlı olmalarından dolayı alternatif olarak tercih edilmektedirler (Turchini vd., 2003; Teoh vd., 2011). Balık yemi üretiminde kullanılan en yaygın bitkisel yağlar; soya fasulyesi, keten tohumu, kolza tohumu, ayçiçeği, hurma yağı ve zeytinyağıdır (Nasopoulou & Zabetakis, 2012).

Prina ve prina yağı, PAF inhibitörleri, fenolik/polifenolik moleküller, antioksidan ve diğer pleiotropik etkilere sahip mikro bileşenler içeren zeytinyağından üretilen doğal yan ürünlerdir (Karantonis vd., 2008). 100 kg zeytinden 15-22 kg zeytinyağı ve 35 kg prina elde edilebilir (Nasopoulou & Zabetakis, 2013). Prina yağı, %56-85 oranında oleik asit, %3-21 oranında linoleik, %0,1-1,5 oranında linoleik asit, %6-20 oranında palmitik asit, %0,3-3,5 oranında palmitoleik asit ve %0,3-3,5 oranında stearik asit içermektedir (Mateos vd., 2019). Aynı zamanda maliyetinin düşük olması ve Akdeniz bölgesindeki yaygınlığından dolayı sucul hayvanların beslenmesinde, alternatif bir besin kaynağı olarak da önerilmektedir (Nasopoulou vd., 2011; Nasopoulou & Zabetakis, 2013).

Araştırmacılar tarafından hayvan yemlerinde prina ve prina yağının kullanımına yönelik birçok araştırma yapılmasına rağmen (Yılmaz vd., 2004; Nasopoulou vd., 2011), prina yağının gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yemlerine ilavesinin bağışıklık parametreleri üzerine etkisi ve gökkuşuğu alabalıklarında ciddi ekonomik kayıplara neden olan olduğu bildirilen (Balta & Balta Dengiz, 2019) laktokokkozis etkeni olan *Lactococcus garvieae* karşı hastalık direnci üzerine etkileri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada gökkuşuğu alabalıkları için %0, %4, %8 ve %12 oranında, prina yağı içeren yemler hazırlanmış ve balıkların büyüme performansı ve balık sağlığına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme Yeri, Deney Sistemi ve Balık: Deneme Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve

Teknolojisi Fakültesi Canlı Kaynaklar Üretim Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Denemede 360 adet 12,10±0,13 g ağırlığında gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kullanılmıştır. Besleme denemesinden önce balıklar 15 gün boyunca deneme ortamına adapte edilmişlerdir. Deneme ortamı kapalı devre sistem olup günlük %10-15 arasında su değişimi yapılmıştır. Bu sistemde çökeltme havuzu, kaba filtrasyon, kum filtre, biyolojik filtre ve ısıtma-soğutma üniteleri (Tuna Mac®, Çanakkale) mevcuttur. Deneme balıkları 140 L hacmindeki fiberglas tanklara 3 tekrarlı olacak şekilde rastgele dağıtılmıştır. Denemede her bir tanka 30 balık konmak üzere toplamda 12 tanka (4 grup × 3 tekrar = 12 tank) 360 adet balık konulmuştur. Deneme ortamında zamanlayıcılar yardımıyla 12 saat aydınlık; 12 saat karanlık fotoperiyodu uygulanmıştır.

Deneme Yemleri: Prina yağı ticari bir firmadan temin edilmiştir. %4 balık yağı içeren son yağlaması yapılmamış ticari ekstrude alabalık yemine (HEMAKS MAKİNA SANAYİ VE TİC. AŞ, Gaziantep /TÜRKİYE) %12 balık yağı (kontrol grubu) veya %12 prina yağı, %8 prina yağı + %4 balık yağı ve %4 prina yağı + %12 balık yağı ilave edilerek deneme grupları oluşturulmuştur. Böylece tüm deneme yemlerinin toplam yağ oranları %16 olarak ayarlanmıştır. Yemlerin besin değeri analizleri AOAC, (1998) ve Folch vd. (1957)'e göre yapılmıştır.

Balıklardan Kan Örneklerinin Alınması: 8 haftalık besleme denemesinin sonunda her bir tanktan 3 adet olmak üzere toplamda her bir deney grubu için 9 balık, 20 mg/L dozunda karanfil yağı ile 10 L'lik plastik kova içinde bayıltılarak, kaudal venadan steril enjektör yardımıyla kan alınmıştır (Iversen vd., 2003). Kan örnekleri immunolojik analizler için K3EDTA, serum biyokimyası analizleri için ise jelli serum tüpleri içerisine alınmıştır. Serum analizleri için jelli tüplerdeki kan örnekleri 5000 g devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen serum -80 °C'de analiz edilinceye kadar saklanmıştır. Serum içerisindeki biyokimyasal parametreler biyo analitik test kitleri kullanılarak, spektrofotometre (Optizen POP UV / VIS) ile ölçülmüştür.

Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi Analizleri: Deneme süresince deneme tanklarının sıcaklık, oksijen ve iletkenlik ölçümleri YSI Pro2030 su analiz cihazı yardımıyla gün aşırı olarak takip edilmiştir. pH ölçümleri HANNA (HI 2221) masa üstü pH metre ile iki günde bir yapılmıştır. Toplam amonyak, nitrit ve nitrat ölçümleri ticari kit (Spectroquant®) kullanılarak spektrofotometre cihazında (Optizen POP UV/VIS) haftalık olarak ölçülmüştür.

Büyüme Performansı, Yemden Yararlanmanın Hesaplanması: Denemede büyüme performansı ve yemden yararlanmanın hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır:

Yüzde Ağırlık Artışı AA (%) = (Son Ağırlık (g) - Başlangıç ağırlığı (g)) / Başlangıç Ağırlığı x 100

Yem Dönüşüm Oranı: YDO = Yem Tüketimi (g) / Ağırlık Kazanımı (g)

Spesifik Büyüme Oranı: SBO (%Gün-1) = [Ln (Son ortalama ağırlık (g)) - Ln (Başlangıçtaki ortalama Ağırlık (g))] / Deneme gün sayısı x 100

Biyokimyasal Analizler: Serum biyokimyası parametreleri; glutamik pirüvik transaminaz, glutamik oksaloasetik transaminaz, laktat dehidrogenaz, alkalin fosfataz, glikoz, toplam protein, albumin, globulin, trigliserit, kolesterol, glikoz, albümin, globülin, toplam protein, trigliserit ve kolesterol daha önce balık çalışmalarında kullanılan ticari kit (Bioanalytic Diagnostic Industry, Almanya) yardımıyla spektrofotometrik olarak (Optizen POP UV/VIS) analiz edilmiştir (Yılmaz & Ergün, 2012).

İmmunolojik Analizler

Respiratöri Burst Aktivitesi: Fagositlerin respiratöri burst aktivitesi (Stasiak & Baumann, 1996; Yılmaz, 2018) bildirdikleri nitro blue tetrazolium (NBT) yöntemi ile test edilmiştir. Analizden 10-12 saat önce her bir örnek için 50 µL poli-L-lizin 96 kuyucuklu plakalara ilave edilmiş ve plaka +4 °C'de bekletilmiştir. Daha sonra her bir balık için 50 µL kan örneği poli-L-lizin kaplı 96 plaka kuyucuklarına yerleştirilmiştir. Devamında örnekler 1 saat inkübasyona bırakılmış ve üst faz atılıp örnekler HBSS ile 3 kez yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra her bir kuyucuğa 100 µL %0,2 NBT solüsyonu ilave edilmiş ve 1 saat daha inkübasyona bırakılmıştır. Ardından hücreler %100 metanol ile 2-3 dakika fikse edilmiş ve 3 kez %70 lik metanol ile yıkanmıştır. Plakalar kuruduktan sonra, formazan çöktürmelerini çözmek için her bir kuyucuğa 60 µL 2 M potasyum hidroksit ve 70 µL DMSO sırasıyla ilave edilmiş ve okumalar multiskan spektrofotometrede (Thermo Multiskan Go) 620 nm'de yapılmıştır.

Potansiyel Öldürme Aktivitesi: Potansiyel öldürme aktivitesinin tespit edilmesi için Siwicki & Anderson (1993) bildirdikleri metod kullanılmıştır. Analizden 10-12 saat önce her bir örnek için 50 µL poli-L-lizin 96 kuyucuklu plakalara ilave edilmiş ve plaka +4 °C'de bekletilmiştir. Daha sonra her bir balık için 50 µL kan örneği poli-L-lizin kaplı 96 plaka kuyucuklarına yerleştirilmiştir. Devamında örnekler 1 saat inkübasyona bırakılmış ve üst faz atılıp örnekler HBSS ile 3 kez yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra her bir kuyucuğa 100 µL NBT [içerisinde formalin ile öldürülmüş ve PBS ile yıkanmış *Lactococcus garvieae* bakterisi (NBT solüsyonu içindeki bakteri yoğunluğu: 1,5 x 10⁸) bulunan solüsyonu ilave edilmiş ve plakalar 150 g'de 5 dakika santrifüj yapılmıştır. 30 dakika daha inkübasyondan sonra hücreler %100 metanol ile 5 dakika fikse edilmiş ve 3 kez %70 lik metanol ile yıkanmıştır. Plakalar kuruduktan sonra her bir kuyucuğa 60 µL 2 M potasyum hidroksit ve 70 µL DMSO

sırasıyla ilave edilmiş ve okumalar multiskan spektrofotometrede 620 nm'de yapılmıştır.

Lizozim Aktivitesi: Lizozim aktivitesinin tespit edilmesi için (Nudo & Catap, 2011) bildirdikleri metod kullanılmıştır. 25 µl serum örneği 175 µl *Micrococcus luteus* süspansiyonuna (pH 5,8) eklenmiştir. 96 plakada örnekler oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. 450 nm'de multiskan mikropilaka okuyucuda okumalar yapılmış ve standart kullanılarak (L6876 Sigma, Lysozyme from chicken egg white) µg/mL olarak standart eğriden hesaplanmıştır.

Myeloperoksidaz Aktivitesi: Myeloperoksidaz aktivitesi literatürde bildirilen metotlarda bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir (Quade & Roth, 1997; Kumari & Sahoo, 2006). 10 µl serum örneği 90 µl HBSS solüsyonu ile seyreltilmiştir. Bu karışıma 3,3',5,5'-tetramethylbenzidine dihydrochloride ve hidrojen peroksit içeren solüsyon ilave edilerek reaksiyon 2 dakika sonra 35 µl sülfirik asitle durdurulmuştur. Ardından 450 nm'de multiskan mikropilaka okuyucuda okumalar yapılmıştır (Quade & Roth, 1997).

Hastalık Direnci Testi: *Lactococcus garvieae* SY-LG1 patojeni daha önce hasta gökkuşağı alabalıklarından izole edilmiştir. *L. garvieae* BHB besi ortamında 12-16 saat süreyle 24 °C'de inkübe edilmiştir. Devamında PBS ile yıkanan bakteri hücreleri yoğunluğu 1x10⁷ (daha önce hesaplanan LD₅₀ dozu) olarak ayarlanmış ve her gruptan 75 adet balık olmak üzere toplamda 300 adet balığa insülin iğnesi yardımıyla 100 µL/balık olacak şekilde enjekte edilmiştir. Ölüm oranları 20 gün boyunca kaydedilmiş ve ölen balıklardan *L. garvieae* geri izolasyonu yapılarak, şüpeyi izolatların geleneksel mikrobiyolojik testler ve 16S rDNA analizi ile *L. garvieae* oldukları doğrulanmıştır.

İstatistiksel Analizler: Analizlerden elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Verilerin normal dağılım göstermesi ve homojen olması durumunda Tukey çoklu karşılaştırma testi, normal dağılım göstermeyen, homojen verilerin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi ve homojen olmayan verilerin karşılaştırılmasında Tamhane testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 21 (IBM SPSS Statistics 21) programı kullanılarak p<0,05 önemlilik seviyesinde değerlendirilmiştir.

Etik Kurul Onayı: Bu çalışmanın Hayvan Deneyleri Etiği açısından uygun olduğu Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (Karar Numarası 2019/04-01) tarafından onaylanmıştır.

BULGULAR

Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi Bulguları: Deneme süresince, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Canlı Kaynaklar Üretim Ünitesi'nde su sıcaklığı 16,2-16,3 °C, oksijen 7,0-7,7

mg/l, iletkenlik 415-445 $\mu\text{s cm}^{-1}$, pH 7,0-7,4, toplam amonyak 0,015-0,010 mg/l, Nitrit 0,01-0,02 mg/l ve Nitrat 0,11-0,19 mg/l olarak tespit edilmiştir.

Büyüme Performansı Bulguları: Deneme başı ve deneme sonu ortalama canlı ağırlıklar, ağırlık artışları (AA), yem dönüşüm oranları (YDO) ve spesifik büyüme oranları (SBO) Tablo 1'de verilmiştir. Deneme süresince hiçbir grupta balık ölümü tespit edilmemiştir. Prina yağı oranlarının deneme sonu ortalama canlı ağırlık, AA, YDO ve SBO üzerine etkili bir faktör olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir.

Serum Biyokimyası Bulguları: Deneme sonunda balıkların serum biyokimyası bulguları Tablo 2'de verilmiştir. Balık yemine prina yağı ilavesinin balıkların serum parametrelerinden ALP, TPROT ve GLO değerlerinde değişime neden olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). LDH değerinin prina yağı ilaveli gruplardakontrol grubuna göre önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Ayrıca ALT, AST ve ALB değerleri, prina yağı

ilaveli yemler ile beslenen balıklarda kontrol grubundaki balıklara göre önemli oranda düşük çıkmıştır ($p<0,05$).

İmmunolojik Bulgular: Besleme denemesi sonunda balıkların immünolojik parametrelerden respiratöri burst aktivitesi, süperoksit anyon, lizozim ve MPO bulguları Tablo 3'te verilmiştir. Deneme süresince respiratöri burst ve lizozim aktivitelerinin tüm gruplarda istatistiksel olarak benzer olduğu görülmüştür ($p>0,05$). Süper oksit anyon üretimi ve MPO aktivitelerinin %4 prina yağı ilaveli gruplarda, diğer deneme gruplarına göre istatistiksel olarak artış gösterdiği bulunmuştur ($p<0,05$).

Ölüm oranı bulguları: Çalışma sonunda balıkların *Lactococcus garvieae* patojenine karşı hastalık dirençleri bulguları Tablo 4'te gösterilmiştir. Test sonucunda yeme %12 oranında prina yağı ilaveli grubun en yüksek ölüm oranına sahip olduğu bulunurken, %4 prina yağı ilaveli grubun en düşük ölüm oranına ($p<0,05$) ve en yüksek relatif yüzde oranına (RPS) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Deneme gruplarına göre büyüme parametrelerindeki değişimler
Table 1. Changes in growth parameters in groups.

	Deneme grupları			
	Kontrol (%16 balık yağı)	%4 Prina (%12 Balık Yağı+%4 Prina)	%8 Prina (%8 Balık Yağı+%8 Prina)	%12 Prina (%4 Balık Yağı+%12 Prina)
Deneme başı ortalama balık ağırlığı (g)	12,09±0,08 ^a	12,22±0,18 ^a	12,02±0,08 ^a	12,05±0,13 ^a
Deneme sonu ortalama balık ağırlığı (g)	34,56±0,16 ^a	34,52±0,52 ^a	33,68±1,68 ^a	32,56±0,05 ^a
AA (%)	185,93±3,23 ^a	182,44±8,55 ^a	180,23±12,17 ^a	170,18±3,30 ^a
YDO	0,99±0,00 ^a	1,00±0,04 ^a	0,99±0,05 ^a	1,05±0,01 ^a
SBO	1,75±0,02 ^a	1,73±0,05 ^a	1,71±0,07 ^a	1,65±0,02 ^a

n=3, Ortalama ± standart hata. Aynı satırda farklı üstel harfler içeren gruplar istatistiksel açıdan diğer gruplardan farklıdır. AA: Ağırlık artışı, YDO: Yem dönüşüm oranı, SBO: Spesifik büyüme oranı.

Tablo 2. Deneme gruplarına göre serum biyokimyasal parametrelerindeki değişimler
Table 2. Changes in serum biochemical parameters in groups

Serum biyokimyası Parametreleri	Deneme grupları			
	Kontrol (%16 balık yağı)	%4 Prina (%12 Balık Yağı+%4 Prina)	%8 Prina (%8 Balık Yağı+%8 Prina)	%12 Prina (%4 Balık Yağı+%12 Prina)
ALT (U/L)	21,66± 5,41 ^{ab}	15,63± 2,37 ^b	16,03± 3,38 ^b	23,33± 8,83 ^a
AST (U/L)	155,64± 21,69 ^a	153,30± 17,38 ^a	121,41± 19,12 ^b	140,39± 24,10 ^{ab}
LDH (U/L)	1074,90± 188,37 ^b	1302,73± 213,47 ^b	1258,19± 250,26 ^b	1597,89± 110,38 ^a
ALP (U/L)	341,19± 64,57 ^a	311,59± 68,61 ^a	381,73± 68,93 ^a	337,08± 112,08 ^a
Tprot (g/dL)	9,51± 1,12 ^a	9,55± 0,86 ^a	8,37± 0,67 ^a	7,92± 2,20 ^a
ALB (g/dL)	0,75± 0,10 ^a	0,68± 0,08 ^a	0,67± 0,05 ^a	0,56± 0,06 ^b
GLO (g/dL)	8,76± 1,02 ^a	8,86± 0,87 ^a	7,70± 0,66 ^a	7,35± 2,14 ^a

n=9, Ortalama ± standart hata. Aynı satırda farklı üstel harfler içeren gruplar istatistiksel açıdan diğer gruplardan farklıdır. ALT: Glutamik Pirüvik Transaminaz, AST: Glutamik Oksaloasetik Transaminaz, LDH: Laktat Dehidrogenaz, ALP: Alkalen Fosfataz, Tprot: Toplam protein, ALB: Albumin, GLO: Globulin.

Tablo 3. Deneme gruplarına göre immünolojik parametrelerindeki değişimler.
Table 3. Changes in immunologic parameters in groups.

İmmunolojik Parametreler	Deneme grupları			
	Kontrol (%16 balık yağı)	%4 Prina (%12 Balık Yağı+%4 Prina)	%8 Prina (%8 Balık Yağı+%8 Prina)	%12 Prina (%4 Balık Yağı+%12 Prina)
Respiratöri burst aktivitesi (OD 620)	0,15±0,05 ^a	0,21±0,07 ^a	0,20±0,05 ^a	0,15±0,02 ^a
Süper oksit anyonanyon(OD 620)	0,13±0,05 ^b	0,19±0,04 ^a	0,12±0,02 ^b	0,09±0,01 ^b
Lizozim aktivitesi ($\mu\text{g/mL}$)	15,85±5,04 ^b	21,17±2,85 ^a	20,23±5,99 ^b	15,24±2,04 ^b
MPO (OD 450)	0,42±0,16 ^b	0,58±0,14 ^a	0,38±0,07 ^b	0,28±0,03 ^b

n=9, Ortalama ± standart hata. Aynı satırda farklı üstel harfler içeren gruplar istatistiksel açıdan diğer gruplardan farklıdır. MPO: Myeloperoxidase.

Tablo 4. Deneme gruplarına göre ölüm oranındaki değişimler.
Table 4. Changes in mortality in groups.

Deneme grupları	Hastalık bulaştırılan balık sayısı	% Ölüm oranı	RPS
Kontrol	75	57,33±6,11 ^b	
%4 Prina (%12 Balık Yağı+%4 Prina)	75	32,00±4,00 ^c	43,86
%8 Prina (%8 Balık Yağı+%8 Prina)	75	61,33±6,11 ^b	-7,02
%12 Prina (%4 Balık Yağı+%12 Prina)	75	80,00±4,00 ^a	-40,35

Aynı satırda farklı üstel harfler içeren gruplar istatistiksel açıdan diğer gruplardan farklıdır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma sonucunda alabalık yemlerine prina yağı ilavesinin balıkların büyüme performansı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Çalışmamızla benzer olarak tilapia balıkları % 25, %50, %75 ve %100 prina yağı içeren yemlerle beslenmiş ve deneme gruplarının büyüme performansları arasında fark bulunmamıştır (Bolel, 2010). Bizim çalışmamıza benzer olarak daha önce rapor edilen başka bir çalışmada, gökkuşağı alabalıkları %5, %10, ve %15 prina yağı içeren yemlerle 60 gün süre ile beslenmiş ve balıkların büyüme performansları yemdeki prina yağı oranından etkilenmediği tespit edilmiştir (Kaya, 2010).

Toplam protein ve lizozim seviyeleri spesifik olmayan savunma mekanizmasının ölçülebilir humoral bileşenleridir (Jeney vd., 1997). Serum toplam protein miktarının çok düşük olması, balıklarda bulaşıcı hastalık, böbrek hasarı ve beslenme düzensizliği ile ilişkilidir (Wedemeyer & McLeay, 1981). Bu çalışmada alabalık yemlerinde kullanılan prina yağı serum toplam protein miktarını değiştirmemiştir. Benzer olarak Harmantepe vd., (2016) tilapia yemlerine zeytin küspesi eklenmesinin serum toplam protein miktarını değiştirmedikini tespit etmişlerdir. Yeme %1 ve %5 oranlarında eklenen zeytin karasuyunun alabalıkların serum toplam protein miktarını değiştirmedikini bulunmuştur (Sicuro vd., 2010). Ighwela, (2015) tarafından Nil tilapyası (*O. niloticus*) balıklarında yürütülen çalışmada yeme zeytin karasuyu ilavesinin serum toplam protein seviyesini düşürdüğü belirtilmiştir.

ALT, ALP ve AST enzimleri, balıkların karaciğerinde görülen fonksiyon bozukları ve hastalıkların bir göstergesidir. Ayrıca ALP seviyesindeki artış, böbreğin detoksifikasyon etkisinin artmasına yol açarak olası bir hasara yol açabilir (Akinrotimi vd., 2012; Ganeshwade vd., 2011; Marigoudar vd., 2016; Vineet vd., 2008). Bu çalışmada ALT ve AST enzimleri yeme eklenen prina yağı ile birlikte düşmüştür. Ighwela, (2015) tarafından Nil tilapyası (*O. niloticus*) balıklarında yürütülen çalışmada yeme zeytin karasuyu ilavesinin ALT ve AST değerlerinin kontrol ve deneme gruplarında benzer olduğu tespit edilmiştir. Benzer olarak Harmantepe vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada, zeytin posasının hibrit tilapyalarda (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aereus*) ALT ve AST değerlerini değiştirmedikini belirtmişlerdir. Farklı bir çalışmada ise yeme eklenen zeytinyağının sarı şarlatan (*Larimichthys crocea*) balıklarında ALT miktarını arttırdığı ve AST miktarını değiştirmedikini tespit edilmiştir (Li vd., 2019). Çalışmamızda, ALP değerinin kontrol ve deneme gruplarında herhangi bir değişime uğramadığı tespit edilmiştir.

LDH seviyesindeki artış, kas dokusu ve karaciğerdeki hasarın bir göstergesidir (Rui & Zuzuki, 1997). Harmantepe vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada, zeytin posasının hibrit tilapyalarda (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aereus*) LDH değerlerini değiştirmedikini tespit edilmiştir. Baba vd., (2018) alabalık yemlerine %0, %0,1, %0,25, %0,50 ve %1,0 oranlarında zeytin yaprağı ekstraktının eklenmesinin LDH seviyesinin değiştirmedikini tespit etmişlerdir.

Serum veya plazmada toplam protein, albümin ve globulin tayini, balığın sağlık ve beslenme durumu hakkında bilgi verir (Schaperclaus vd., 1992). Bu çalışmada, serumdaki albümin içeriği prina yağı ile beslenen gruplarda azalmıştır. Farklı bir çalışmada zeytin posasının hibrit tilapyalarda (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aereus*) albümin değerini değiştirmedikini tespit edilmiştir (Harmantepe vd., 2016). Baba vd., (2018) yeme eklenen zeytin yaprağı ekstraktının alabalıkların serum albumin miktarını değiştirmedikini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada, serum globulin miktarlarında gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı görülmüştür. Benzer olarak Baba vd., (2018) alabalık yemlerine farklı oranlarda zeytin yaprağı ekstraktı eklenmesinin serum globulin miktarını değiştirmedikini tespit etmişlerdir.

Respiratöri burst aktivitesi, monositler/makrofajlar ve nötrofiller gibi fagositik hücrelerde güçlü bir oksijen bağımlı öldürme mekanizmasıdır ve oldukça etkili bir spesifik olmayan hücre savunma mekanizması olarak kabul edilir (Haugland vd., 2012). Serum lizozim aktivitesi, patojenik mikropların çoğalmasını ve kolonizasyonunu önlemede bir savunma hattı sağladığından önemlidir (Talpur & Khwanuddin, 2013). Bu çalışmada yeme prina yağı ilavesinin balıkların respiratörü burst aktivitelerini değiştirmedikini tespit edilmiştir. Benzer olarak, Seierstad vd., (2009) Atlantik somon (*Salmo salar*) balığı yemlerine balık yağı yerine kanola yağı ikamesinin respiratörü burst aktivitesini değiştirmedikini belirtmişlerdir. Farklı olarak Ayisi vd., (2018) Nil tilapyası (*O. niloticus*) balığı yemlerine balık yağı yerine palm yağı ikamesinin respiratörü burst aktivitesini arttırdığı, lizozim aktivitesini düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Süperoksit anyon üretimi, en önemli mikrobisidal bileşenlerden biri olarak kabul edilir ve önemli bir immün fonksiyon indeksidir (Bell & Smith, 1993). Serum miyeloperoksidaz aktivitesi, ise balıklarda patojenlerin öldürülmesi ve uzaklaştırılmasında etkili bir enzimdir (Johnston, 1978). Çalışmamızda, alabalık yemine %8 ve %12 oranlarında kullanılan prina yağı ilavesi süper oksit anyon üretimini ve MPO aktivitesini düşürmüştür.

L. garvieae'nin balıklarda hemorajik septisemi, deride lezyonlar ve kanamalar, ekzoftalmi, iç organların yüzeyinde peteşiler ve balık çiftliklerinde ölümlere yol

açan patojen gibi çeşitli hastalıklara neden olduğu bilinmektedir (Austin & Austin, 2007, Balta & Balta Dengiz, 2019). Mevcut çalışmada, %4 prina yağı takviyeli diyetle beslenen alabalıklarda, mortalitenin azaldığı ve *L. garvieae* enfeksiyonuna karşı koruma etkisi görülmüştür. Literatürde daha önce *L. garvieae* patojenine karşı prina yağının etkisiyle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışma sonucunda prina yağının genel olarak serum biyokimyası parametrelerinde olumsuz bir etki göstermediği, %4 prina yağının ise yemlere ilavesi ile balıkların bağışıklık parametrelerinin ve *Lactococcus garvieae*'a karşı hastalık dirençlerinin arttığı belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Hazırlanan bu araştırma çalışması Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FHD-2019-3144' nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akinrotimi, O.A., Gabriel, U.U. & Ariweriokuma, S.V. (2012).** Haematotoxicity of cypermethrin to African catfish *Clarias gariepinus* under laboratory conditions. *Journal of Environmental Engineering & Technology*, *1*(2), 20-25.
- AOAC. (1998).** Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC Int., Gaithersburg MD.
- Austin, B. & Austin, D.A. (2007).** *Bacterial Fish Pathogens: Diseases of Farmed and Wild Fish*, 3rd ed., Springer-Praxis, Chichester, UK, 552pp.
- Ayisi, C.L., Zhao, J. & Wu, J.W. (2018).** Replacement of fish oil with palm oil: effects on growth performance, innate immune response, antioxidant capacity and disease resistance in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *PLoS One*, *13*(4), 1-17. DOI: 10.1371/journal.pone.0196100.
- Baba, E., Acar, Ü., Yılmaz, S., Öntaş, C. & Kesbiç, O.S. (2017).** Pre-challenge and post-challenge haemato-immunological changes in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fed, argan oil against *Lactococcus garvieae*. *Aquaculture Research*, *48*(8), 4563-4572. DOI: 10.1111/are.13282.
- Babalola, T.O.O., Adebayo, M.A., Apata, D.F. & Omotosho, J.S. (2009).** Effect of dietary alternative lipid sources on hema-tological parameters and serum constituents of *Heterobranchus longifilis* fingerlings. *Tropical Animal Health Production*, *41*, 371-377. DOI: 10.1007/s11250-008-9199-1.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2019).** The isolation of *Lactococcus garvieae* from eyes of diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with exophthalmia. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, *4*(1), 27-33. DOI: 10.35229/jaes.527258
- Bell, K.L. & Smith, V.J. (1993).** In vitro superoxide production by hyaline cells of the shore crab *Carcinus maenas* (L.). *Developmental and Comparative Immunology*, *17*(3), 211-9. DOI: 10.1016/0145-305x(93)90040-w.
- Bolek, B. (2010).** *Balık Yağı Yerine Farklı Oranlarda Prina Yağı İlave Edilen Rasyonlarla Beslemenin Tilapia Balığı (Tilapia zillii) Yavrularının Büyüme Performansı Üzerine Etkisi*, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, Türkiye, 90s.
- Folch, J., Lees, M. & Sloane-Stanley, G.H. (1957).** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, *226*(1), 497-509.
- Ganeshwade, R.M. (2011).** Biochemical changes induced by dimethoate in the liver of fresh water fish *Puntius ticto* (ham). *Biological Forum-An International Journal*, *3*(2), 65-68.
- Harmantepe, F.B., Aydın, F. & Doğan, G. (2016).** The potential of dry olive cake in a practical diet for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aereus*. *Aquaculture Nutrition*, *22*(5), 56-965, DOI: 10.1111/anu.12312.
- Haugland, G.T., Jordal, A.E.O. & Wergeland, H.I. (2012).** Characterization of small, mononuclear blood cells from salmon having high phagocytic capacity and ability to differentiate in to dendritic cells. *PLoS One*, *7*(11), e49260. DOI: 10.1371/journal.pone.0049260.
- Hunn, J.B. & Greer, I.E. (1991).** Influence of sampling on the blood chemistry of Atlantic salmon. *The Progressive Fish-Culturist*, *53*(3), 184-187. DOI: 10.1577/1548-8640(1991)053<0184:IOSOTB>2.3.CO;2.
- Ighwela, K.A. (2015).** The study of growth performance and some biochemical parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings fed on olive mill waste. *International Journal of Scientific & Research Publications*, *5*(4), 1-6.
- Iversen, M., Finstad, B., McKinley, R.S. & Eliassen, R.A. (2003).** The efficacy of metomidate clove oil aqúi-s™ and benzoak® as anaesthetics in atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts and their potential stress-reducing capacity. *Aquaculture*, *221*(1-4), 549-566. DOI: 10.1016/S0044-8486(03)00111-X.

- Jeney, G., Galeotti, M., Volpatti, D., Jeney, Z. & Anderson, D.P. (1997).** Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan. *Aquaculture*, *154*(1), 1-15. DOI: [10.1016/S0044-8486\(97\)00042-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00042-2).
- Johnston, R.B. (1978).** Oxygen metabolism and the microbicidal activity of macrophages. *Federation Proceedings*, *37*(13), 2759-64.
- Karantonis, H.C., Tsantila, N., Stamatakis, G., Samiotaki, M., Panayotou, G., Antonopoulou, S. & Demopoulos, C.A. (2008).** Bioactive polar lipids in olive oil, pomace and waste byproducts. *Journal of Food Biochemistry*, *32*(4), 443-459. DOI: [10.1111/j.1745-4514.2008.00160.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2008.00160.x).
- Kaya, D. (2010).** Farklı oranlarda prina yağı içeren yemlerin gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* w., 1792) gelişmesi ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, Türkiye, 77s.
- Kumari, J. & Sahoo, P.K. (2006).** Dietary levamisole modulates the immune response and disease resistance of asian catfish *Clarias batrachus* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, *37*(5), 500-509. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2006.01456.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01456.x).
- Li, X.S., Cui, K., Fang, W., Chen, Q., Xu, D., Mai, K.S., Zhang, Y.J. & Ai, Q.H. (2019).** High level of dietary olive oil decreased growth, increased liver lipid deposition and induced inflammation by activating the p38 MAPK and JNK pathways in large yellow croaker (*Larimichthys crocea*). *Fish Shellfish Immunology*, *94*, 157-165. DOI: [10.1016/j.fsi.2019.08.062](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.08.062).
- Marigoudar, S.R., Nazeer Ahmed, R. & David, M. (2016).** Impact of cypermethrin on behavioural responses in the freshwater teleost, *Labeo rohita* (Hamilton), *World Journal of Zoology*, *4*(1), 19-23.
- Massillon, D., Barzilai, N., Hawkins, M., Prus-We rtheimer, D. & Rossetti, L. (1997).** Induction of hepatic glucose-6-phos-phatase gene expression by lipid infusion. *Diabetes*, *46*(1), 153-157. DOI: [10.2337/diab.46.1.153](https://doi.org/10.2337/diab.46.1.153).
- Mateos, R., Sarria, B. & Bravo, L. (2019).** Nutritional and other health properties of olive pomace oil. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *10*, 1-16. DOI: [10.1080/10408398.2019.1698005](https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1698005).
- Nasopoulou, C. & Zabetakis, I. (2012).** Benefits of fish oil replacement by plant originated oils in compounded fish feeds. *LWT-Food Science and Technology* *47*(2), 217-224. DOI: [10.1016/j.lwt.2012.01.018](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.018).
- Nasopoulou, C. & Zabetakis, I. (2013).** Agricultural and aquacultural potential of olive pomace; a review. *Journal of Agricultural Science*, *5*(7), 116-127. DOI: [10.5539/jas.v5n7p116](https://doi.org/10.5539/jas.v5n7p116).
- Nasopoulou, C., Gogaki, V., Stamatakis, G., Papaharisis, L., Demopoulos, C. & Zabetakis, I. (2013).** Evaluation of the in vitro anti-atherogenic properties of lipid fractions of olive pomace, olive pomace enriched fish feed and gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed with olive pomace enriched fish feed. *Marine Drugs*, *30*(11), 3676-88. DOI: [10.3390/md11103676](https://doi.org/10.3390/md11103676).
- Nasopoulou, C., Stamatakis, G., Demopoulos, C.A. & Zabetakis, I. (2011).** Effects of olive pomace and olive pomace oil on growth performance, fatty acid composition and cardio protective properties of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Food Chemistry*, *129*(3), 1108-1113. DOI: [10.1016/j.foodchem.2011.05.086](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.086).
- Nudo, L.P. & Catap, E.S. (2011).** Immunostimulatory effects of *Uncaria perrottetii* (a. rich.) merr. (rubiaceae) Vinebark aqueous extract in balb/c mice. *Journal of Ethnopharmacol.* *133*(2), 613-620. DOI: [10.1016/j.jep.2010.10.044](https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.10.044).
- Peters, T. (1995).** *All about albumin*. Academic press, 1st ed., Elsevier, New York, USA, 432p.
- Quade, M.J. & Roth, J.A. (1997).** A rapid direct assay to measure degranulation of bovine neutrophil primary granules. *Veterinary Immunology & Immunopathology*, *58*(3-4), 239-248. DOI: [10.1016/S0165-2427\(97\)00048-2](https://doi.org/10.1016/S0165-2427(97)00048-2).
- Rui, M. & Zuzuki, K.T. (1997).** Cooper in plasma reflect its status and subsequent toxicity in the liver of lec rats. *Research Communications in Molecular Pathology and Pharmacology*, *98*(3), 335-346.
- Schaperclaus, W., Kulow, H. & Schreckenbach, K. (1992).** *Fish Disease 5th ed.*, AA Balkema, Rotterdam, The Netherlands. 1397p.
- Seierstad, S.L. Haugland, Ø., Larsen, S., Waagbø, R. & Evensen. Ø. (2009).** Pro-inflammatory cytokine expression and respiratory burst activity following replacement of fish oil with rapeseed oil in the feed for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) *Aquaculture*, *289*(3-4), 212-218. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2008.12.004](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.12.004).
- Siwicki, A.K. & Anderson, D.P. (1993).** Nonspecific Defense Mechanisms Assay in Fish: II. Potential Killing Activity of Neutrophils and Macrophages Lysozyme Activity in Serum and Organs and Total Immunoglobulin Level in Serum. Disease Diagnosis and Prevention Methods. FAO-project GCP/INT/JPA IFI Olsztyn Poland. 105-112pp.

- Stasiak, S.A. & Baumann, P.C. (1996).** Neutrophil activity as a potential bioindicator for contaminant analysis. *Fish and Shellfish Immunology*, **6**(7), 537-539. DOI: [10.1006/fsim.1996.0050](https://doi.org/10.1006/fsim.1996.0050).
- Tacon, A.G.J. & Metian, M. (2008).** Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, **285**(1-4), 146-158. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2008.08.015](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015).
- Tacon, A.G.J. (2005).** State of information on salmon aquaculture feed and the environment. Feed Report for Salmon Aquaculture Dialogue. <https://static1.squarespace.com/static/5b40131f9d5abb8b198ce338/t/5b4464b988251bce1290210d/1531208894296/State+of+Information+on+Salmon+Aquaculture+Feed+and+the+Environment.pdf>.
- Teoh, C.Y., Turchini, G.M. & Ng, W.K. (2011).** Erratum to “Genetically improved farmed *Nile tilapia* and red hybrid tilapia showed differences in fatty acid metabolism when fed diets with added fish oil or a vegetable oil blend. *Aquaculture*, **316**(1-4), 144-154. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2011.03.021](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.03.021).
- Tewary, A. & Patra, B.C. (2011).** Oral administration of baker’s yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) acts as a growth promoter and immunomodulator in *Labeo rohita* (Ham.). *Journal of Aquaculture Research and Development*, **2**(1), 1-7. DOI: [10.4172/2155-9546.1000109](https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000109).
- Turchini, G.M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M. & Valfré, F. (2003).** Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo salar*). *Aquaculture*, **225**(1-4), 251-267. DOI: [10.1016/s0044-8486\(03\)00294-1](https://doi.org/10.1016/s0044-8486(03)00294-1).
- Vineet, K., Patil, K. & David, M. (2008).** Behaviour and respiratory dysfunction as an index of malathion toxicity in the freshwater fish, *Labeo rohita* (Hamilton). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **8**(2), 33-237.
- Wedemeyer, G.A. & McLeay, D.J. (1981).** Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors, In: A.D. Pickering (Ed), *Stress in fish academic press*, 247-276pp, Western Fisheries Research Center, London.
- Yılmaz, S. & Ergün, S. (2012).** Effects of garlic and ginger oils on hematological and biochemical variables of sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Journal of Aquatic Animal Health*, **24**(4), 219-224. DOI: [10.1080/08997659.2012.711266](https://doi.org/10.1080/08997659.2012.711266).
- Yılmaz, E., Naz, M. & Akyurt, I. (2004).** Effect of dietary olive pomace oil and l-carnitine on growth and chemical composition of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Israel Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, **56**(1), 14-21.
- Yılmaz, S. (2018).** *Balık İmmunolojisi Analiz Yöntemleri/Methods of Fish Immunology Analysis*, 1st ed., Paradigma, İstanbul, 105p.



Chromosome Counts of Some *Doronicum* (Asteraceae: Senecioneae) Taxa from Turkey

Seher GÜVEN^{1*} Ünsal UMDU TOPSAKAL² Osman BEYAZOĞLU³

¹Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Biology, 53100, Rize, Turkey

²Yıldız Technical University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, 34210 Istanbul, Turkey

³Karadeniz Technical University, Faculty of Sciences, Department of Biology, 61080 Trabzon, Turkey

Geliş/Received: 25.08.2020

Kabul/Accepted: 21.11.2020

How to cite: Güven, S., Umdu Topsakal, Ü. & Beyazoğlu, O. (2020). Chromosome Counts of Some *Doronicum* (Asteraceae: Senecioneae) Taxa from Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 605-610.

Atıf yapmak için: Güven, S., Umdu Topsakal, Ü. & Beyazoğlu, O. (2020). Türkiye'den Bazı *Doronicum* (Asteraceae: Senecioneae) Taksonlarının Kromozom Sayıları. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 605-610.

*ID: <https://orcid.org/0000-0001-8883-8489>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0565-7891>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-9744-8642>

*Corresponding author's:

Seher GÜVEN

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Biology, 53100, Rize, Turkey.

✉: seher.cakmak@erdogan.edu.tr

Mobile telephone : +90 (536) 578 74 90

Abstract: In the present study, mitotic chromosome numbers of seven taxa of *Doronicum* (Asteraceae) from the northeast Anatolia, two of which are endemic to Turkey, were counted. The chromosome counts of *D. haussknechtii*, *D. dolichotrichum*, *D. maximum* and *D. reticulatum* were reported in this research for the first time. Somatic chromosome numbers were counted using squash preparations obtained from active root tips. All the investigated taxa have been proven to be diploid ($2n=60$). This research, consistent with the previously reported chromosome counts of the members of *Doronicum*, has contributed to chromosome number data of the genus.

Keywords: Chromosome count, *Doronicum*, Senecioneae, Anatolia.

Türkiye'den Bazı *Doronicum* (Asteraceae: Senecioneae) Taksonlarının Kromozom Sayıları

*Sorumlu yazar:

Seher GÜVEN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 53100, Rize, Türkiye.

✉: seher.cakmak@erdogan.edu.tr

Mobile telephone : +90 (536) 578 74 90

Öz: Bu çalışmada, Kuzeydoğu Anadolu'dan iki tanesi Türkiye endemiği olan yedi *Doronicum* (Asteraceae) taksonunun mitotik kromozom sayıları sayılmıştır. *D. haussknechtii*, *D. dolichotrichum*, *D. maximum* ve *D. reticulatum*'ün kromozom sayıları ilk kez bu çalışmada bildirilmiştir. Somatik kromozom sayımları, aktif kök uçlarından elde edilen ezme preparatları kullanılarak sayıldı. İncelenen tüm taksonların diploid ($2n=60$) olduğu kanıtlanmıştır. *Doronicum* üyelerinin daha önce bildirilen kromozom sayıları ile uygunluk gösteren bu araştırma, cinsin kromozom sayısı verilerine katkı sağlamıştır.

Anahtar kelimeler: Kromozom sayısı, *Doronicum*, Senecioneae, Anadolu.

INTRODUCTION

Doronicum L. (Asteraceae: Senecioneae) comprises 26 species and 4 subspecies naturally growing in open or forest habitats from sea level up to 5000 m height in a geographic region extending from Europe and North Africa to Asia (Álvarez Fernández, 2003). The members of the genus are characterized by perennial rhizomatous herbs with alternate simple leaves, one to several radiate yellow-flowered capitula comprising an

involucral of herbaceous phyllaries arranged in 2 or 3 rows, and cylindrical to obovate-cylindrical shaped cypselae with 10 longitudinal ribs (Álvarez Fernández et al., 2001). The first world-wide monograph of the genus *Doronicum* was carried out by Cavillier (1907, 1911). In recent years, more comprehensive taxonomic revisions of *Doronicum* which contributed to the systematics of the genus, have been performed on the basis of morphological and

molecular data (Álvarez Fernández & Nieto Feliner, 1999; Álvarez Fernández et al., 2001; Álvarez Fernández, 2003). Up to now, also many karyological (Lindqvist, 1950; Skalinska, 1950; Baksay, 1956; Contandriopoulos, 1957; Favarger & Küpfer, 1968; Lovka et al., 1972; Kuzmanov & Ancev 1973; Löve & Kjellqvist, 1974; Garbari et al., 1980; Van Loon, 1980; Belaeva & Siplivinsky, 1981; Van Loon & Oudemans, 1982; Kuzmanov & Georgieva, 1983; Strid & Franzén, 1983; Davlianidze, 1985; Strid & Anderson, 1985; Chacón, 1987; Lippert & Heubl, 1988; Tasenkevitch et al., 1989; Vir Jee & Kachroo, 1989; Baltisberger, 1991; Ruiz de Clavijo, 1993; Pachschwöll et al., 2015) and chemical (Paolini et al., 2007; Lazarević et al., 2009; Bharti et al., 2012; Syed et al., 2014) studies including several *Doronicum* taxa have been reported on the genus.

The first taxonomic revision of Turkish *Doronicum* was performed by Edmondson (1975), who recognized 13 species and two subspecies. Since then, Álvarez Fernández (2003) has prepared the latest worldwide revision of *Doronicum* including several nomenclature and taxonomic clarifications, and listed 30 taxa, 10 of which also distributed in Turkey with approximately 30% endemism rate (*D. cacaliifolium* Boiss. & Heldr., *D. haussknechtii* Cavill. and *D. reticulatum* Boiss.). In the present paper, we preferred to use the plant names accepted in the taxonomic treatment of Álvarez Fernández (2003) for the studied taxa. *Doronicum* grows in various habitats as damp meadows, streamside, shady or rocky places in *Juniperus* L. scrub, *Abies* Mill. dominated woodland, and alpine and subalpine forest margins at the altitude of 50-2900 m in Turkey (Edmondson, 1975). The species of subsection *Macrophylla* Cavill. forming the majority of *Doronicum* species in Turkey, was considered to be a systematically difficult taxonomic group in which indumentum characters

have great importance for distinguishing the taxa (Edmondson, 1975). There have been reported some chemical (Akpınar et al., 2009), ethnobotanical (Uğurlu & Secmen, 2007; Arı et al., 2015) and molecular (Kadıoğlu, 2013) studies including only a few Turkish *Doronicum* taxa.

Chromosome number data are valuable today in systematics. Although the documentation of chromosome number is a priority for the conservation of the world's plant genetic resources, to date, chromosome number data of only approximately 25 % of flowering plants have been determined (Stace, 2000; Garbari et al., 2012). Despite the great floristic richness of Turkey, only 15 % of the vascular plant taxa have had their chromosome number investigated (Vladimirov et al., 2015). Very few counts have been reported in the literature previously for the genus *Doronicum*. The present study aims to report the chromosome number of seven Turkish representatives of *Doronicum*, two of which are endemic to Turkey. Our study will contribute to the knowledge of the chromosome number of the genus.

MATERIAL AND METHOD

Sampling: Locality information of 12 representatives of seven Turkish *Doronicum* taxa used for chromosome counting is given in Table 1, and the distribution of the examined taxa are shown in Figure 1 using Turkey Grid System (Davis, 1965). All specimens were first processed using the standard herbarium techniques given by Woodland (1997). They were identified using the Flora of Turkey and The east Aegean Islands (Edmondson, 1975), and stored at the Herbarium of Karadeniz Technical University, Department of Biology (KTUB).

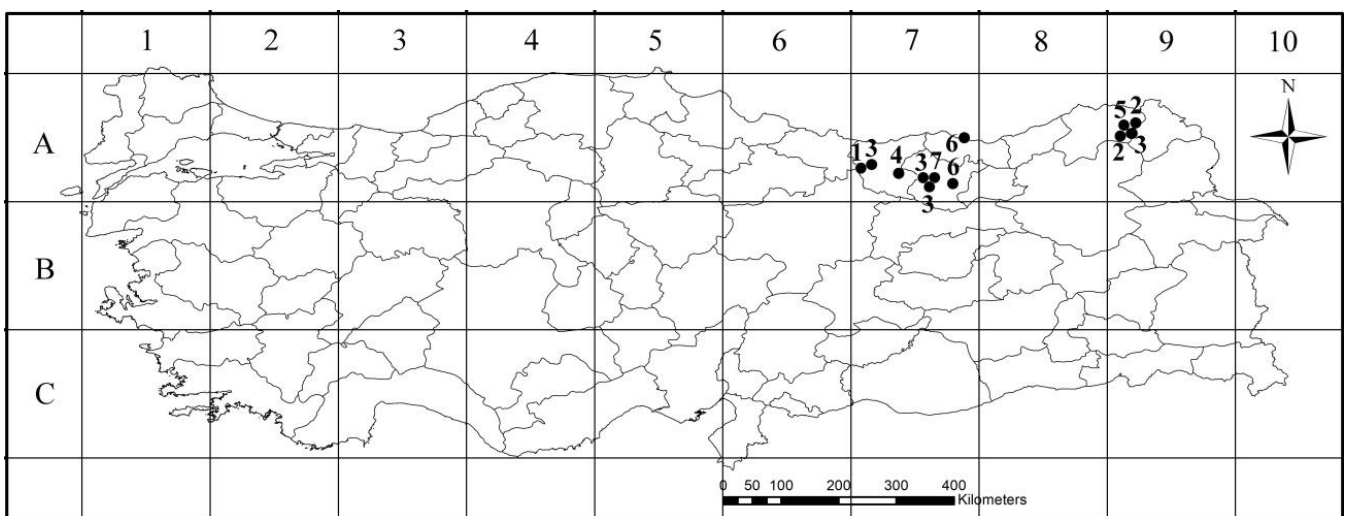


Figure 1. Distribution map of the examined taxa according to grid square system of Davis (1965) (Refer to Table 1 for explanation of accession no).

Table 1. Locality information of the examined specimens.

No	Taxa	Locality	Date	Voucher number
1	<i>Doronicum haussknechtii</i> Cavill	A7Giresun: Karagöl, 2620 m	02 viii 2002	Umdu 23
2	<i>Doronicum dolichotrichum</i> Cavill.	A9Artvin: Ardanuç, Kutul Plateau, 2200 m	02 iii 2003	Umdu 47
		A9Artvin: Şavşat, Büyük Sahara, 2450 m	04 vii 2003	Umdu 71
		A7Gümüşhane: Artabel Lakes Nature Park, 2200-2500 m	24 vii 2003	Umdu 91
3	<i>Doronicum macrophyllum</i> Fisch. subsp. <i>macrophyllum</i>	A7Giresun: Aksu Village, 1800 m	02 viii 2002	Umdu 26
		A9Ardahan: Bağdaşen Village, 2300 m	06 viii 2003	Umdu 83
		A7Gümüşhane: Artabel Lakes Nature Park, 2000-2900 m	24 viii 2004	Umdu 97
4	<i>Doronicum maximum</i> Boiss. & A.Huet	A7Giresun: Balaban Mountain, 2700 m	02 viii 2002	Umdu 24
5	<i>Doronicum oblongifolium</i> DC.	A9Artvin: Ardanuç, Kürdevan Mountain, 2700 m	03 vii 2004	Umdu 113
6	<i>Doronicum orientale</i> Hoffm	A7Gümüşhane: Köse Mountain, 1900m	05 vi 2002	Umdu 21
		A7Trabzon: K.T.Ü. Campus, 50 m	30 iii 2002	Umdu 11
7	<i>Doronicum reticulatum</i> Boiss.	A7Gümüşhane: Artabel Lakes Nature Park, 2800 m	27 vii 2002	Umdu 31

Cytological analyses: Actively growing root tips were used for somatic chromosome counts. At first, the roots of the living plants were cleaned of soil particles, and then 1–1.5 cm long root tips were cut off and pre-treated with 0.5 % colchicine for 3 hours in the field. Then the samples were treated to the fixation process using the Carnoy solution (3:1 absolute alcohol: glacial acetic acid) for at least 24 hours at +4°C. Fixed root tips were transferred to 70 % alcohol and stored at +4 °C until analyses. Afterwards, the root tips were hydrolyzed with 1 N HCl for 12 minutes at 60°C and stained with 2 % aceto-orcein for 24 hours at room temperature. Stained root tips were squashed in a drop of 45 % acetic acid, and the preparations were mounted in entellan to obtain permanent slides (Jones & Rickards, 1991; Elçi, 1994; Martin et al., 2012). The best metaphase plates, including at least ten well-spread cells, were photographed with Olympus BX51 microscope with a digital camera attachment. Also, the chromosomes were drawn from the permanent slides and counted individually by using both enlarged photographs (10 × 100) and drawings.

RESULTS

Chromosome counts of 12 accessions belonging to seven taxa of *Doronicum* from Turkey were presented in Figures 2-3. The somatic chromosome numbers were determined as $2n=2x=60$ for all the examined taxa. To the best of our knowledge, these are the first chromosome counts for *D. haussknechtii*, *D. dolichotrichum*, *D. maximum* and *D. reticulatum*.

***Doronicum haussknechtii* Cavill.** Syn: *Doronicum tobeyi* J.R.Edmondson:

This species is one of the Turkish endemics growing in streams at an altitude of 2600 m in B6 and A7 squares (Edmondson, 1975; Umdu, 2005). IUCN threat category of *D. haussknechtii* was considered as Near Threatened (NT) by Ekim et al., (2000). It proved to be $2n=2x=60$ (Figure 2a-b) from one Turkish population.

***Doronicum dolichotrichum* Cavill.** Syn: *D. hakkiaricum* Edmondson, *D. hyrcanum* Widd. & Rech. fil.:

This species is a Euxine element which was described from Caucasia. It is distributed in mountain flushes, lush alpine meadows and streamside at the altitude

of 2000-2900 m in A7, A9 and C9 squares (Edmondson, 1975; Umdu, 2005). It proved to be $2n=2x=60$ (Figure 2c-d) from two Turkish accessions.

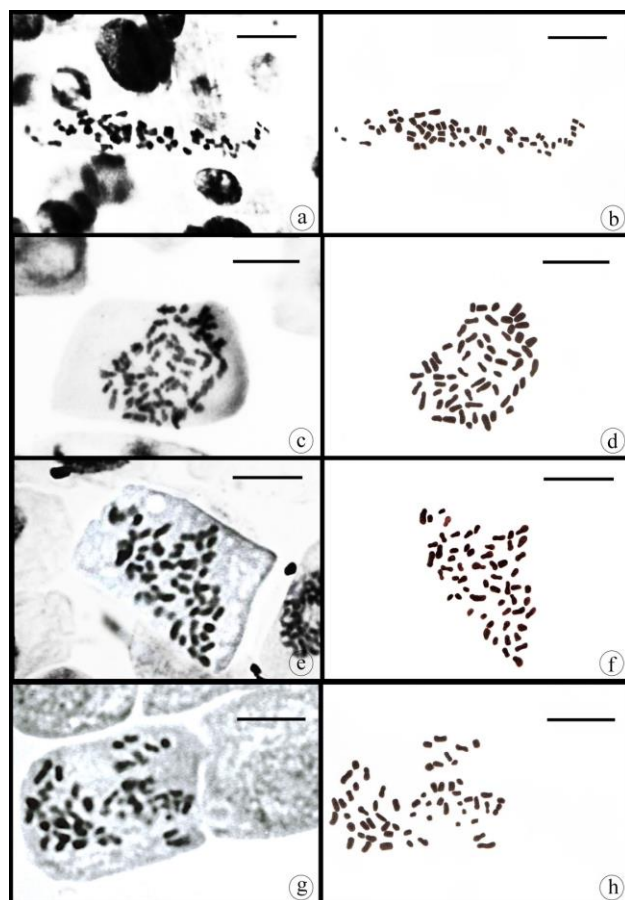


Figure 2. Somatic metaphases: a-b. *D. haussknechtii* (Umdu 23, $2n=60$), c-d. *D. dolichotrichum* (Umdu 47, $2n=60$), e-f. *D. macrophyllum* subsp. *macrophyllum* (Umdu 97, $2n=60$), g-h. *D. maximum* (Umdu 24, $2n=60$) (a, c, e, photo, b, d, f, drawing, bar: 10 µm).

***Doronicum macrophyllum* Fisch. subsp. *macrophyllum*.** Syn: *D. balansae* Cavill., *D. macrolepis* Freyn & Sint.:

This taxa, one of the Euxine elements of *Doronicum* described from Caucasia, is distributed at the altitude of 1480-2900 m in alpine and subalpine forest margins and meadows in the northeast of Anatolia (A7, A8, and A9 squares) (Edmondson, 1975; Umdu, 2005). It possessed $2n=2x=60$ (Figure 2e-f) in four Turkish accessions.

***Doronicum maximum* Boiss. & A.Huet:**

This taxon is the most widespread species of subsect. *Macrophylla* Cavill in Turkey growing on the streamside and moist rocky places at the altitude of 2100-2900 m (Edmondson, 1975; Umdu, 2005). The somatic chromosome number was determined as $2n=2x=60$ (Figure 2g-h) from one Turkish accession.

***Doronicum oblongifolium* DC.:**

This species, one of the Caucasia originated *Doronicum* members, grows in open moist rocky places along with watercourses at the altitude of 2000-2700 m in the northeast of Anatolia (A9 square) (Edmondson, 1975; Umdu, 2005). The present study provided the diploid chromosome number of $2n=2x=60$ for *D. oblongifolium* (Figure 3a-b) from one Turkish accession.

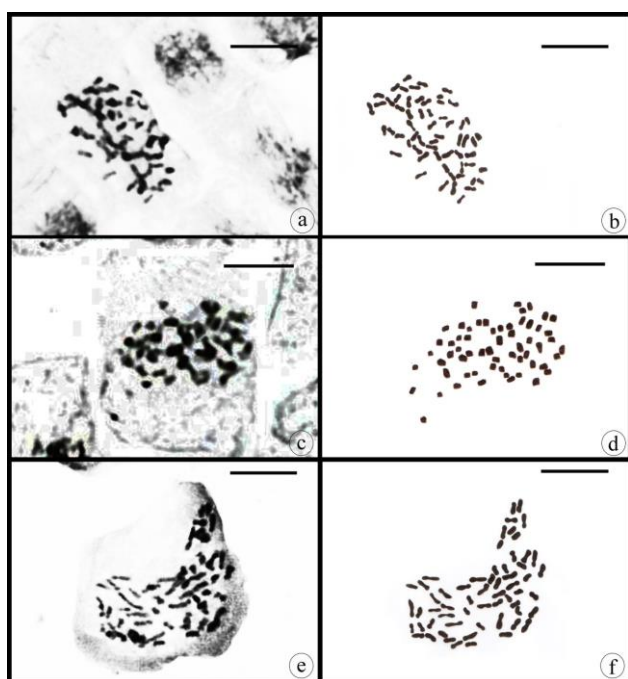


Figure 3. Somatic metaphases: a-b. *D. oblongifolium* (Umdu 113, $2n=60$), c-d. *D. orientale* (Umdu 21, $2n=60$), e-f. *D. reticulatum* (Umdu 31, $2n=60$) (a,c,e. photo, b,d,f. drawing, bar: 10 μ m).

***Doronicum orientale* Hoffm.:**

D. orientale is the most widespread species of the genus in Turkey which is largely restricted to the western half of the country in shady places in the forest and scrub at the altitude of 50-2000 m (Edmondson, 1975; Umdu, 2005). The somatic chromosome number of this species was determined as $2n=2x=60$ (Figure 3c-d) from two Turkish accessions.

***Doronicum reticulatum* Boiss.** Syn: *D. bithynicum* Edmondson, *D. bithynicum* subsp. *bithynicum*, *D. thirkei* Sch. Bip. ex Boiss.

This species, endemic to Turkey, is a E. Medit. element growing on rocky slopes and *Juniperus* scrub at the altitude of 1450-2800 m in A2(A), A3, A7, B2 and B3 squares (Edmondson, 1975; Umdu, 2005). IUCN threat

category of *D. reticulatum* was considered as Vulnerable (VU) by Ekim et al., (2000). The somatic chromosome number was counted as $2n=2x=60$ (Figure 3e-f) from one Turkish accession.

DISCUSSION

Bremer (1994) reported that the basic chromosome number of the genus *Doronicum* is $x=30$, which is characteristic for the "cacalioid" group in Senecioneae. However, previous authors suggested $x=10$ for the genus (Fernandes & Queirós, 1971; Májovský & Murin, 1987). The most recent chromosome counts related to many *Doronicum* taxa providing multiples of 30 ($2n=60$) supported the basic number of $x=30$ for the genus and indicated that polyploidy is common within the genus (Álvarez Fernández, 2003). The chromosome number was reported as $2n=60$ for *D. glaciale* (Wulfen) Nym. and *D. grandiflorum* Lam. (Pachschwöll et al., 2015), $2n=120$ for *D. plantagineum* L., (Löve & Kjellqvist, 1974; Ruiz de Clavijo, 1993) and *D. stiriicum* (Vill.) Dalla Torre (Murin, 1978; Pachschwöll et al., 2015) while some taxa showed both ploidy levels (e.g., *D. carpetanum* Boiss. & Reuter ex Willk. & Lange $2n=60, 120$ (Chacón, 1987), *D. clusii* (All.) Tausch $2n=60, 120$ (Tasenkevitch et al., 1989; Huber & Baltisberger, 1992; Pachschwöll et al. 2015), *D. altaicum* Pall. $2n=30, 60$ (Zhukova, 1967; Stepanov, 1994), *D. macrophyllum* $2n=30, 60$ (Zhukova, 1967; Davlianidze, 1984), *D. oblongifolium* $2n=40, 60$ (Zhukova, 1967; Davlianidze, 1985). In the present study, the somatic chromosome number of $2n=2x=60$ was counted for the investigated seven taxa of *Doronicum* (Asteraceae) from Turkey. Our results are in agreement with the previous counts in the literature. To our knowledge, these results are new to science for *D. dolichotrichum*, a Euxine element (Figure 2c-d), *D. maximum*, the most widespread *Doronicum* in Turkey (Figure 2g-h), and the two Turkish endemic taxa, *D. haussknechtii* (Figure 2a-b) and *D. reticulatum* (Figure 3e-f). Most of the species investigated in this paper are distributed at alpine regions. Polyploidisation and hybridization are considered among the major factors affecting high-mountain biodiversity for Asteraceae and also in *Doronicum* (Pachschwöll et al., 2015; Álvarez Fernández, 2003). Polyploid species are thought to be common in alpine environments due to their potential for increased adaptability to extreme conditions (Pachschwöll et al., 2015). However, the phenomenon stating the significant effect of polyploidization on patterns and diversification rates is still controversial (Otto & Whitton, 2000). Besides, Mas de Xaxars et al. (2016) hypothesized that compared to polyploidy, dysploidy could be more affective in evolutionary processes in high mountain *Artemisia*.

D. macrophyllum subsp. *macrophyllum* possesses $2n=2x=60$ (Figure 2e-f). This is the first chromosome count for the taxon from a Turkish accession. Our result is consistent with the previous count reported by Zhukova (1967) in Russia. However, $2n=30$ diploid chromosome number has been reported from Georgia for *D. macrophyllum* (Davlianidze, 1984). The geographical

distribution of the taxa has been considered among the main reasons for the ploidy level variation within the plant species (Morawetz, 1984). Ozcan et al. (2008) also reported that plant taxa originating from different geographical regions can have different chromosome numbers.

The present study provided the diploid chromosome number of $2n=2x=60$ for *D. oblongifolium* (Figure 3a-b) from a Turkish accession for the first time. Our result is in agreement with the counts by Sietozaroia (1967) and Zhukova (1967) from Russia. However, $2n=2x=40$ diploid chromosome number has been reported from Georgia for *D. oblongifolium* (Davlianidze, 1985). This is the only count that is inconsistent with $x=30$, and according to Álvarez Fernández (2003), it should be recounted. Our counting of $2n=2x=60$ for *D. orientale* (Figure 3c-d) is consistent with several previous counts reported for this species by Sietozaroia (1967) in Russia, Larsen & Laegaard (1971) in Sicilia, Strid & Anderson (1985) in Greek, Peruzzi et al., (2012) in Italy.

The chromosome numbers of seven *Doronicum* taxa are reported for the first time from Turkish accessions. Although no difference was determined among the examined species in terms of somatic chromosome number, the present paper has made an important contribution to the knowledge of the chromosome number of the genus *Doronicum*.

REFERENCES

- Akpinar, K., Yildirim, N., Üçüncü, O., Yayli, N. & Terzioğlu, S. (2009). The volatile constituents of the flowers and leaves-stems of three *Doronicum* taxa from Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, **21**, 1225-1229.
- Arı, S., Temel, M., Kargioğlu, M. & Konuk, M. (2015). Ethnobotanical survey of plants used in Afyonkarahisar-Turkey. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **11**, 84. DOI: 10.1186/s13002-015-0067-6.
- Álvarez Fernández, I., Fuertes Aguilar, J., Panero, J.L. & Nieto Feliner, G. (2001). A phylogenetic analysis of *Doronicum* (Asteraceae, Senecioneae) based on morphological, nuclear ribosomal (ITS), and chloroplast (trnL-F) evidence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **20**, 41-64. DOI: 10.1006/mpev.2001.0954.
- Álvarez Fernández, I. (2003). Systematics of the Eurasian and North-African genus *Doronicum* (Asteraceae, Senecioneae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **90**, 319-389. DOI: 10.2307/3298534.
- Álvarez Fernández, I. & Nieto Feliner, G. (1999). Lectotypification of 16 species names in *Doronicum* (Asteraceae, Senecioneae). *Taxon*, **48**, 801-806. DOI: 10.2307/1223652.
- Bharti, R., Ahuja, G., Ganapathy, S. & Dakappa, S.S. (2012). A review on medicinal plants having Antioxidant potential. *Journal of Pharmacy Research*, **5**(8), 4278-4287.
- Baksay, L. (1956). Cytotaxonomical studies on the Flora of Hungary. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, **7**, 321-334.
- Baltisberger, M. (1991). *Cytological investigations of some Greek plants*, Fl. Medit. 1, 164p.
- Belaeva, V.A. & Siplivinsky, V. (1981). IOPB chromosome number reports. *Taxon*, **30**, 860.
- Bremer, K. (1994). *Asteraceae: Cladistics and Classification*, Timber Press, Portland, Oregon.
- Cavillier, F. (1907). Étude sur les *Doronicum* à fruits homomorphes. *Annuaire du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève*, **10**, 177-251.
- Cavillier, F. (1911). Nouvelles études sur le genre *Doronicum*. *Annuaire du Conservatoire et du Jardin Botaniques de Genève*, **13-14**, 195-368.
- Chacón, A.R. (1987). Contribución al estudio taxonómico del género *Doronicum* L. (Compositae) en la Península Ibérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, **43**, 253-270.
- Contandriopoulos, J. (1957). Contribution à l'étude caryologique des endémiques de la Corse. *Annales de la Faculté des sciences de Marseille*, **26**, 51-65.
- Davis, P.H., (1965). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vol. 1*, Edinburgh University Press.
- Davlianidze, M.T. (1985). Chromosome numbers in the representatives of the flora from Georgia. *Botanicheskii Zhurnal*, **70**(5), 698-700.
- Davlianidze, M.T. (1984). Investigatio cytogeographics speciorum nonnullarum altimontanarum e Caucaso. *Notas Systematic Georgia Institute Botany Tbilissi*, **40**, 56-66.
- Edmondson, J.R. (1975). *Doronicum* L. In: Davis, P.H. (Ed), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 5*, 137-145 pp, Univ. Edinburgh Press, Edinburgh.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. & Adıgüzel, N. (2000). *Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı*, Van YY. Üniversitesi & Doğa Derneği, Ankara, Barışcan Ofset.
- Elçi, Ş. (1994). *Sitogenetikte araştırma yöntemleri ve gözlemler*, 100. Yıl Üniversitesi Yayınları, Van (Turkey).
- Favarger, C. & Küpfer, P. (1968). Contribution à la cytotaxonomie de la flore alpine des Pyrénées. *Collectanea Botanica (Barcelona)*, **6**, 325-352.
- Fernandes, A. & Queirós, M. (1971). Contribution à la connaissance cytotaxonomique des Spermatophyta du Portugal. *Boletim da Sociedade Broteriana*, **45**, 5-21.
- Garbari, F., Miceli, P. & Monti, G. (1980). Numeri cromosomici per la Flora Italiana. *Informatore Botanico Italiano*, **12**, 110.
- Garbari, F., Bedini, G. & Peruzzi, L. (2012). Chromosome numbers of the Italian flora. From the Caryologia foundation to present. *Caryologia*, **65**(1), 62-71. DOI: 10.1080/00087114.2012.678090.
- Huber, W. & Baltisberger, M. (1992). IOPB chromosome data 4. *International Organization of Plant Biosystematists Newsletter (Zurich)*, **18/19**, 6-8.
- Jones, R.N. & Rickards, G.K. (1991). *Practical genetics*, Open University Press, Philadelphia.
- Kadioğlu, E. (2013). *Doronicum orientale Hoffm. Türünün Popülasyon Düzeyinde Bazı Moleküler Özellikler Açısından Değerlendirilmesi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, Türkiye, 46p.
- Kuzmanov, B.A. & Ancev, M.E. (1973). IOPB chromosome number reports. *Taxon*, **22**, 461.

- Kuzmanov, B.A. & Georgieva, S. (1983).** IOPB chromosome number reports. *Taxon*, **32**, 665.
- Larsen, K. & Laegaard, S. (1971).** Chromosome studies of the sicilian flora. *Botanisk Tidsskrift*, **66**(3), 249-268.
- Lazarević, J., Radulović, N., Palić, R. & Zlatkovic, B. (2009).** Chemical composition of the essential oil of *Doronicum austriacum* Jacq. subsp. *giganteum* (Griseb.) Stoj. et Stef (Compositae) From Serbia. *Journal of Essential Oil Research*, **21**, 507-10. DOI: [10.1080/10412905.2009.9700230](https://doi.org/10.1080/10412905.2009.9700230).
- Lindqvist, K. (1950).** Some results of a cytological investigation of *Doronicum*. *Hereditas*, **36**, 94-102.
- Lippert, W. & Heubl, G.R. (1988).** Chromosomenzahlen von Pflanzen aus Bayern und angrenzenden Gebieten. *Berichte der Bayerischen Botanischen*, **59**, 13-22.
- Lovka, M., Susnik, F., Löve, A. & Löve, D. (1972).** IOPB chromosome number reports. *Taxon*, **21**, 337-339.
- Löve, A. & Kjellqvist, E. (1974).** Cytotaxonomy of Spanish plants. IV. Dicotyledons: Caesalpiniaceae-Asteraceae. *Lagascalia*, **4**, 153-211.
- Májovský, J. & Murin, A. (1987).** *Karyotaxonomicky Prehl'ad Flory slovenska*, Veda Vydavateľ'stvo Slovenskej Akademie Vied, Bratislava.
- Martin, E., Çetin, Ö., Makbul, S., Duran, A., Öztürk, M., Boduroğlu, D. & Eşmekaya, B. (2012).** Karyology of the *Scorzonera* L. (Asteraceae) taxa from Turkey. *Turkish Journal Of Biology*, **36**, 187-199.
- Mas de Xaxars, G., Garnatje, T., Pellicer, J., Siljak-Yakovlev, S., Valles, J. & Garcia, S. (2016).** Impact of dysploidy and polyploidy on the diversification of high mountain *Artemisia* (Asteraceae) and allies. *Alpine Botany*, **126**, 35-48. DOI: [10.1007/s00035-015-0159-x](https://doi.org/10.1007/s00035-015-0159-x).
- Morawetz, W. (1984).** Karyological races and ecology of the Brazilian *Duguetia furfuracea* as compared with *Xylopia aromatica* (Annonaceae). *Flora*, **175**, 195-209.
- Murin, A. (1978).** In: Index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part 6. *Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Botanica*. **26**, 1-42.
- Ozcan, M., Ayaz, S.H. & İnceer, H. (2008).** Chromosome counts of some *Cirsium* (Asteraceae, Cardueae) taxa from Turkey. *Caryologia*, **61**(4), 375-382. DOI: [10.1080/00087114.2008.10589649](https://doi.org/10.1080/00087114.2008.10589649).
- Pachschwöll, C., Escobar García, P., Winkler, M., Schneeweiss, G.M. & Schönswetter, P. (2015).** Polyploidisation and geographic differentiation drive diversification in a European high mountain plant group (*Doronicum clusii* Aggregate, Asteraceae). *PLOS ONE*, **10**(3). DOI: [10.1371/journal.pone.0118197](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118197)
- Paolini, J., Muselli, A., Bernardini, A.F., Bighelli, A., Casanova, J. & Costa, J. (2007).** Thymol derivatives from essential oil of *Doronicum corsicum* L. *Flavour and Fragrance Journal*, **22**, 479-487. DOI: [10.1002/ffj.1824](https://doi.org/10.1002/ffj.1824).
- Peruzzi, L., Bedini, G. & Andreucci, A. (2012).** Homoploid hybrid speciation in *Doronicum* (Asteraceae)? Morphological, karyological and molecular evidences. *Plant Biosystems*, **146**(4), 867-877. DOI: [10.1080/11263504.2011.634445](https://doi.org/10.1080/11263504.2011.634445).
- Ruiz de Clavijo, E. (1993).** Números cromosómicos para la flora Española 664-690. *Lagascalia*, **17**, 161-172.
- Otto, S.P. & Whitton, J. (2000).** Polyploid Incidence And Evolution. *Annual Review of Genetics*, **34**(1), 401-437. DOI: [10.1146/annurev.genet.34.1.401](https://doi.org/10.1146/annurev.genet.34.1.401)
- Sietozaroia, V.V. (1967).** Sporogenez nektorix vidov *Doronicum* L. *Biull. Glav. Bot. Sad.*, **67**, 36-42.
- Skalinska, M. (1950).** Studies in chromosome numbers of Polish angiosperms. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, **20**, 45-68.
- Stace, C.A. (2000).** Cytology and cytogenetics as a fundamental taxonomic resource for the 20th and 21st centuries. *Taxon*, **49**(3), 451-477.
- Stepanov, N.V. (1994).** Chromosome numbers of some higher plants taxa of the flora of Krasnoyarsk region. *Botanicheskii Zhurnal (Moscow & Leningrad)*, **79**(2), 135-139.
- Strid, A. & Anderson, I.A. (1985).** Chromosome numbers of Greek mountain plants. *Botanische Jahrbücher für Systematik*, **107**, 206.
- Strid, A. & Franzén, R. (1983).** Chromosome numbers in flowering plants from Greece. *Willdenowia*, **13**, 329-332.
- Syed, S.N., Rizvi, W., Kumar, A., Khan, A.A., Moin, S. & Khan, P.A. (2014).** Study to evaluate the antioxidant and hepatoprotective activities of roots extracts of *Doronicum hookeri* in CCl₄ treated rats. *European Journal of Medicinal Plants*, **4**(6), 675-685. DOI: [10.9734/EJMP/2014/4683](https://doi.org/10.9734/EJMP/2014/4683).
- Tasenkevitch, L.A., Vysotskaja, E.I. & Vorobetz, N.K. (1989).** Chromosome numbers in rare and endemic species of vascular plants from the Ukrainian Carpathians. *Botanicheskii Zhurnal*, **74**, 1669-1670.
- Ugurlu, E. & Secmen, O. (2007).** Medicinal plants popularly used in the villages of Yunt Mountain (Manisa-Turkey). *Fitoterapia*, **79**(2), 126-131. DOI: [10.1016/j.fitote.2007.07.016](https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.07.016).
- Umdu, Ü. (2005).** *Doğu Karadeniz bölgesinde yayılış gösteren Doronicum L. (Compositae) türlerinin morfolojik, palinolojik ve sitolojik yönden incelenmesi*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, Türkiye, 173p.
- Van Loon, J.C. (1980).** IOPB chromosome number reports. *Taxon*, **29**, 720.
- Van Loon, J.C. & Oudemans, J.J.M.H. (1982).** IOPB chromosome number reports. *Taxon*, **31**, 343-344.
- Vir Jee, U.D. & Kachroo, P. (1989).** Cytogeography of some endemic taxa of Kashmir Himalaya. *Proceedings of the Indian National Science Academy. Part B, Biological Sciences*, **3**, 177-184.
- Vladimirov, V., Coşkunçelebi, K. & Tan, K. (2015).** A new diploid species of *Pilosella* Asteraceae) from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, **39**, 70-75. DOI: [10.3906/bot-1401-92](https://doi.org/10.3906/bot-1401-92)
- Woodland, D.W. (1997).** *Contemporary Plant Systematics*. Andrews University Press, USA.
- Zhukova, P.G. (1967).** Karyology of some plants, cultivated in the Arctic-Alpine Botanical Garden. In: Avrorin NA (ed.), *Plantarum in Zonam Polarem Transportatio II*, pp. 139-149, Leningrad.



Edirne, Tekirdağ, Kırklareli ve İstanbul İllerinde Atmosferik Engelleme ve Sıcak-Soğuk Hava Dalgaları İlişkisi

Mahiye Göksu CANYILMAZ^{1*} Bahtiyar EFE²

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Sarıyer, İstanbul, Türkiye.

²Samsun Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 19 Mayıs, Samsun, Türkiye.

Geliş/Received: 23.09.2020

Kabul/Accepted: 03.12.2020

Atf yapmak için: **Canyılmaz, M.G. & Efe, B. (2020)**, Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul İllerinde Atmosferik Engelleme ve Sıcak-Soğuk Hava Dalgaları İlişkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 611-617.

How to cite: **Canyılmaz, M.G. & Efe, B. (2020)**, Atmospheric Blocking and Heat-Cold Waves Relationship in Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, and Istanbul Provinces. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 611-617.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-1538-6850>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-5604-7068>

***Sorumlu yazarın:**

Mahiye Göksu CANYILMAZ
İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay
Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği
Bölümü, Sarıyer, İstanbul, Türkiye.
✉: canyilmaz17@itu.edu.tr
Cep telefonu : +90 (544) 640 54 22

Öz: Bu çalışma 2010-2019 yılları arasında; Edirne, Tekirdağ, Kırklareli ve Sarıyer-Kumköy-Kilyos istasyonlarında gözlenen sıcak-soğuk hava dalgaları ve atmosferik engelleme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılmıştır. Sıcak ve soğuk hava dalgalarının referans değerleri için her istasyondaki mevsimlik sıcaklık verilerinin 90. ve 10. persantil değerleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucu olarak; soğuk hava dalgalarının ilkbahar mevsiminde ortalama olay sayısında atmosferik engelleme gerçekleşen günlerde engelleme olmayan günlere göre en az %25 azalma olsa da, soğuk hava dalgalarının ortalama sürelerinin en az %13 arttığı tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde ise atmosferik engellemenin olduğu günlerdeki soğuk hava dalgalarının ortalama olay sayısı, engelleme olmayan günlerde görülen ortalama olay sayısının en az 3,5 katıdır ve aynı zamanda yaşanan olayların ortalama sayısının da en az %30 arttığı görülmüştür. Soğuk hava dalgaları ve atmosferik engelleme arasında çalışılan istasyonlarda kış mevsimi için genel bir yargıya ulaşılamamıştır fakat sonbahar mevsiminde genel olarak ortalama olay süresinin arttığı görülmektedir. Sıcak hava dalgaları için, kış mevsiminde engellemeli günlerdeki ortalama olay sayısı engelleme olmayan günlerdeki olay sayısının en az yarısına düştüğü görülmektedir. Buna rağmen olayların süresinde belirgin bir değişim görülmektedir. Sıcak hava dalgası ve atmosferik engelleme olayları arasında bahar mevsimlerinde herhangi bir sonuca ulaşılamamıştır. Daha doğru ve anlamlı sonuçların elde edilmesi için 10 yıl değil, daha uzun süreli araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Atmosferik engelleme, sıcak hava dalgası, soğuk hava dalgası.

Atmospheric Blocking and Heat-Cold Waves Relationship in Edirne, Tekirdağ, Kırklareli and Istanbul Provinces

Abstract: The aim of this study was to investigate the relationship between atmospheric blocking and heat-cold waves at Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, and Sarıyer-Kumköy-Kilyos stations in 2010-2019. 10th percentile values of the seasonal temperature data at each station were used for threshold value in order to detect the cold waves and 90th percentile for heat waves. In spring, the average number of cold waves decreased by at least 25% on the days with atmospheric blocking wrt non-blocking days and it was determined that the average duration of the cold waves increased by at least 13%. In summer season the average number of the cold wave events increased by at least 3.5 times, besides, the duration of the cold waves increased by at least 30%. There were no remarkable results for the winter season at the stations where cold waves and atmospheric blocking were examined. However, it was observed that the average cold wave duration generally increases in the autumn season. In winter, the number of heat waves during blocked days decreased by half of the heat waves during non-blocked days. Nevertheless, there was no evident change in the duration of the events. Furthermore, no results were obtained between the heat wave and atmospheric blocking in the spring season. Examining a longer period in more comprehensive researches will provide more accurate and meaningful results.

***Corresponding author's:**

Mahiye Göksu CANYILMAZ
Istanbul Technical University, Faculty of
Aeronautics and Astronautics, Meteorological
Engineering Department, Sarıyer, Istanbul,
Türkiye.
✉: canyilmaz17@itu.edu.tr
Mobile telephone : +90 (544) 640 54 22

Keywords: Atmospheric blocking, cold waves, heat waves.

GİRİŞ

Atmosferik engelleme; orta enlemlerde hava parsellerinin uzun süre belirli bir konumda kalmasından dolayı batılı akışların engellenmesi olayıdır. Bu batılı akışların engellenmesinden veya hava parsellerinin uzun süre aynı bölgede kalmasından dolayı sıcak-soğuk hava dalgaları (O'Reilly vd, 2016; Aalijahan vd., 2018; Brunner vd., 2018; Sitnov vd., 2014; Lhotka vd., 2018), kuraklık (Semenova,2013), hava kirliliği (Hall & Loboda, 2018; Yun & Yoo, 2019), şiddetli yağış (Khodayar vd., 2018; Rabinowitz vd., 2018), kar fırtınaları (Crawford vd., 2020) gibi birçok farklı sonuca yol açabilir. Bunlardan bazıları uzun sürdüğünde veya yeteri kadar şiddetli olduğunda çevresel ve sosyal yaşamı olumsuz etkileyebilir. Bu olumsuz etkilere en iyi örneklerden biri Rusya'da gözlenmiştir. 2010 yılında yaşanan bu örnek 40°C'yi aşan sıcaklıkların, çok sayıda orman yangınının, 15000'den fazla ölümün ve hatta Rusya ekonomisinin çökmesinin sebebi olarak sıcak hava dalgasını; sıcak hava dalgasının sebebi olarak da güçlü atmosferik engellemeyi göstermiştir (Matsueda,2011). Soğuk hava dalgasına örnek vermek gerekirse Zhou ve vd. (2014) yaptıkları çalışmada, 2008 yılının Ocak ayının ortalarında başlayıp, 1 ay devam eden ve Çin'in tamamını etkileyen soğuk hava dalgası olayını incelemişlerdir. Belirtilen soğuk hava dalgası en çok etkiyi güney ve merkez Çin'de göstermiş olmakla birlikte, ölüm oranını 43.8% artırmıştır. Ölümlerdeki artış özellikle solunum yolları hastalıklarına bağlı ölümlerde daha fazla olmuştur. Bu tür olumsuz sonuçlardan dolayı bilim insanları atmosferik engellenmenin tahmini hakkında çalışmalar yapmışlardır (Bengtsson, 1981; Tibaldi & Molteni, 1990; Reynolds vd., 2017). Atmosferik engellenmenin etkileri, konumlarından dolayı Avrupa ve Türkiye'de de büyük öneme sahiptir. Bilim insanları atmosferik engellenmenin diğer meteorolojik olaylarla ilişkilerini araştıran çalışmalar yürütmüşlerdir. Örneğin; Efe vd., (2019a) Türkiye'de yaşanan maksimum pozitif ve maksimum negatif anomalilerin Rex tipi atmosferik engelleme ile ilişkisi olduğunu belirtmiştir.

Atmosferik engellenmenin yağış miktarları ile ilişkisini inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Ersoy vd., (2019) Karadeniz kıyılarındaki yağış miktarlarında yıllık ölçekte istatistiki olarak anlamlı artışlar tespit etmişlerdir, iklimsel salınım indeksleri ile ilişkilendirmişlerdir. Efe vd., (2019b) atmosferik engellenmenin olduğu günlerde Karadeniz kıyılarında ve Marmara Bölgesi'nin kuzeydoğu kısımlarında en yüksek ortalama yağış sıklığı değerleri gözlenmiştir. Efe vd., (2020) soğuk adveksiyonun kış aylarında ve engellemeli günlerde daha fazla etkili olacağına dikkat çekmişlerdir.

Atmosferik engellemeler ve meteorolojik olayların ilişkisini inceleyen bilim insanları sıcak-soğuk hava dalgalarını da araştırmışlardır. Sıcak ve soğuk hava

dalgaları atmosferik engelleme ile birlikte oluştuğunda hayatta kalma sürelerinin arttığı belirlenmiştir (Röthlisberger & Martius, 2019). Röthlisberger & Martius, (2019) çalışmalarında özellikle soğuk hava dalgasının, atmosferik engelleme ile birlikte oluştuğunda Güney Rusya, Kuzey Amerika ve Avrupa bölgelerinde artacağını belirtmişlerdir. Avrupa'da oluşan atmosferik engellemelerin konumu ve süresi, aynı zamanda gerçekleşen sıcak ve soğuk hava dalgalarının gününe etki etmektedir (Demirtaş, 2017). Demirtaş, (2017) aynı çalışmada iklim projeksiyonlarında ısınmanın devam edeceğini ve bu nedenle Avrupa'da görülen soğuk hava dalgalarının görülme sıklığının azalacağını da belirtmiştir. Demirtaş, (2016) Türkiye'de görülen uzun süreli sıcak hava dalgalarını bölgesel olarak incelediğinde kuzeybatı ve güneybatı kıyı kesimlerinin öne çıktığını vurgulamıştır. Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Çanakkale ili için yapılan analizlerin sonucunda (Kale, 2017a,b) sıcaklık ve buharlaşma da önemli bir artış olduğuna dikkat çekilmiştir. Kale, (2017a) araştırmasında tespit ettiği ısınmanın devam edeceğini ve bu ısınmanın iklim değişikliğine sebep olacağını elde edilen sonuçlar ile desteklemiştir.

Bu çalışma ise 2010-2019 yıllarında Edirne, Tekirdağ, Kırklareli ve Sarıyer-Kumköy-Kilyos istasyonlarında, atmosferik engelleme ve sıcak-soğuk hava dalgaları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Atmosferik engelleme tespiti için tercih edilen yöntem, birçok çalışmada (Sitnov vd., 2014; Efe vd.,2019; Kalnay vd., 1996) olduğu gibi 500 hPa yeniden analiz jeopotansiyel yükseklik verileri ile Barriopedro vd., (2006) tarafından kullanılan yöntem benzerdir. Herhangi bir boylamdaki jeopotansiyel yüksekliklerin değişiminden yola çıkılarak yapılır.

$$GHGN = \frac{Z_{\phi_0} - Z_{\phi_C}}{\phi_0 - \phi_C}$$

$$GHGS = \frac{Z_{\phi_0} - Z_{\phi_S}}{\phi_0 - \phi_S}$$

Z_{ϕ_N} = Kuzey enlemdaki jeopotansiyel yükseklik

Z_{ϕ_0} = Merkez enlemdaki jeopotansiyel yükseklik

Z_{ϕ_S} = Güney enlemdaki jeopotansiyel yükseklik

$$\phi_N = 80^\circ + \Delta$$

$$\phi_0 = 60^\circ + \Delta$$

$$\phi_S = 40^\circ + \Delta$$

$$\Delta = -4,0, +4$$

Koşullar;

1. GHGS > 0
2. GHGN < -10 m/derece enlem
3. $Z(\lambda, \phi_0) - Z(\lambda, \phi_0)_{ort} > 0$

Atmosferik engelleme verileri için 2010-2019 yılları arasındaki, 0-90 Doğu boylamlarında gerçekleşen ve en az 5 gün devam eden atmosferik engelleme olayları (University of Missouri, 2020) zaman serisi haline dönüştürülmüştür. Edirne, Tekirdağ, Kırklareli ve İstanbul (Sarıyer-Kumköy-Kilyos) illerinde gerçekleşen sıcak ve soğuk hava dalgalarının tespiti için her istasyondaki her mevsim için, 1990-2019 yıllarını kapsayan 30 yıllık sıcaklık verilerinden (MGM, 2020) onuncu ve doksanıncı persantil değerleri tespit edilerek soğuk ve sıcak hava dalgaları için limit olarak kabul edilmiştir. Soğuk ve sıcak hava dalgaları tespiti için günlük ortalama sıcaklık değerleri ilgili limit değerleri ile kıyaslanmıştır. Soğuk hava dalgalarında ilgili limit değerinden küçük sıcaklıklara sahip olan günlere 1, büyük olanlara 0 değerleri atanmıştır. Sıcak hava dalgaları için ise ilgili limit değerinden büyük sıcaklıklara sahip olan günlere 1, küçük olanlara 0 değerleri atanmıştır. Ardışık en az 3 gün boyunca 1 değerlerine sahip olan günler sıcak veya soğuk hava dalgaları olarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma yapılırken engellemeli veya engelleme olmayan günlere denk gelen sıcak-soğuk hava dalgaları ilgili tablolara kaydedilmiştir. 3 gün devam eden bir sıcak-soğuk hava dalgasının atmosferik engelleme gerçekleşen günlerde sayılması için başladığı günden itibaren en az 2 gün boyunca devam etmesi gerekmektedir. En az 5 gün boyunca devam eden bir sıcak-soğuk hava dalgası 2 gün boyunca atmosferik engelleme gerçekleşen günlerde devam ediyorsa; engelleme gerçekleşmeyen günde devam eden sıcak-soğuk hava dalgasının ilk günü hem engelleme gerçekleşen günlere, hem de atmosferik engelleme gerçekleşmeyen günlere dâhil edilerek olay süresi hesabı yapılmıştır. Yıllara göre mevsimsel olarak hazırlanan tablolar hem olay sayısını hem de olay süresini içermektedir. Her bir istasyon için engellemeli ve engellemesiz günlerde gerçekleşen sıcak ve soğuk hava dalgalarının ortalama olay sayıları yıllara göre mevsimlik olarak hesaplanmıştır. Ortalama olay süresi ise ilgili mevsimde toplam gerçekleşen ilgili hava dalgasının günlerinin, olay sayısına oranıyla elde edilmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde daha önce belirtilen kabuller ve hesaplar sonucunda oluşturulan tablolara ilk olarak soğuk hava dalgaları daha sonra sıcak hava dalgaları ile ilgili Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, İstanbul illeri için ayrı ayrı yer verilmiştir.

Edirne istasyonu için sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri 2010-2019 yılları arasındaki soğuk hava dalgası olayları için yıllık ortalama olay sayısı ve bu olayların ortalama süresi Tablo 1'de yer alacaktır. Tablo 1'e göre, Edirne istasyonu kış mevsimi için

engellemeli günlerde yıllık ortalama olay sayısı 0,5 iken engelleme olmayan günlerde 0,8 olarak görülmüştür. Bu olayların engellemeli günlerde ortalama gün uzunluğu ise 4 gün iken engelleme olmayan günlerde 3,6'dır. İlkbahar mevsimi için sırasıyla engellemeli ve engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısı; 0,3 ve 0,4 iken, engellemeli ve engelleme olmayan günlerdeki ortalama gün uzunluğu ise sırasıyla; 6 ve 3,5 olarak tespit edilmiştir. Yaz mevsimindeki engellemeli günlerdeki ortalama olay sayısı 0,7 ve ortalama gün uzunluğu 4,1 iken, engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısı ve ortalama gün uzunluğu sırası ile; 0,2 ve 3 olarak belirlenmiştir. Son olarak sonbahar mevsimindeki engellemeli ve engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısı 0,4 ve 0,4 olarak birbirlerine eşittir. Fakat sonbahar mevsimi için engellemeli günlerde gerçekleşen ortalama gün uzunluğu 5, engellemesiz günlerde gerçekleşen ortalama gün uzunluğu ise 5,3'tür.

Tablo 1. Edirne istasyonu soğuk hava dalgası istatistikleri (2010-2019).

Mevsimler	Ort Olay Sayısı		Ort Gün Uzunluğu	
	Engellemeli	Engellemesiz	Engellemeli	Engellemesiz
Kış	0,5	0,8	4,0	3,6
İlkbahar	0,3	0,4	6,0	3,5
Yaz	0,7	0,2	4,1	3,0
Sonbahar	0,4	0,4	5,0	5,3

Tekirdağ istasyonu için sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri 2010-2019 yılları arasındaki soğuk hava dalgası olayları için yıllık ortalama olay sayısı ve bu olayların ortalama süresi Tablo 2'de yer almaktadır. Tekirdağ istasyonu için kış mevsimi ortalama olay sayısı değerlerine bakıldığında engellemeli günlerde gerçekleşen ortalama soğuk hava dalgalarının sayısı engelleme olmayan günlerdeki ortalama soğuk hava dalgası sayısının neredeyse yarısı olduğu görülmektedir. Fakat aynı mevsim için atmosferik engelleme günleri dahilindeki ortalama olay günü uzunluğuna bakıldığında 3,6, atmosferik engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay günü uzunluğuna bakıldığında 3,4 değeri görülmüştür. İlkbahar mevsimi için ortalama olay sayılarına bakıldığında engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısının engellemeli olan günlerdeki olay sayısının 2,5 katı olduğu görülmektedir. Buna rağmen engelleme olan günlerdeki ortalama olay günü süresi engelleme olmayan günlerdekine göre %20 artmıştır. Yaz mevsimi için engelleme olmayan günlerdeki ortalama soğuk hava dalgası sayısı, engelleme olan günlerdeki ortalama olay sayısının %25'i kadardır. Aynı mevsim için ortalama olay günü uzunluğu engelleme olmayan günlerde, engelleme olan günlerin %62,5 kadardır. Sonbahar mevsimine bakıldığında ise engelleme olmayan günlerdeki olay sayısı engelleme olan günlerdeki olay sayısına göre %20 daha

fazladır. Fakat sonbahar mevsimi için ortalama olay günü uzunluğuna bakıldığında ise atmosferik engelleme olmayan günlerdeki değer, engelleme olan günlerdeki değerlerin %90 kadardır.

Tablo 2. Tekirdağ istasyonu soğuk hava dalgası istatistikleri (2010-2019).

Table 2. Tekirdağ station cold wave statistics (2010-2019).

Mevsimler	Ort Olay Sayısı		Ort Gün Uzunluğu	
	Engellemeli	Engellemesiz	Engellemeli	Engellemesiz
Kış	0,5	0,9	3,6	3,4
İlkbahar	0,2	0,5	6,0	5,0
Yaz	0,4	0,1	4,8	3,0
Sonbahar	0,5	0,6	5,0	4,5

Kırklareli istasyonu için sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri 2010-2019 yılları arasındaki soğuk hava dalgası olayları için yıllık ortalama olay sayısı ve bu olayların ortalama süresi Tablo 3'te verilmiştir. Kırklareli istasyonundaki kış mevsimindeki engellemeli ve engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısının ve ortalama olay günlerinin uzunluğunun eşit olduğu görülmektedir. İlkbahar mevsimine bakıldığında engelleme olan günlerdeki ortalama olay sayısı engelleme olmayan günlerdeki olay sayısının %60 kadardır. Bu mevsim için ortalama olay sürelerine bakıldığında ise engellemeli günlerdeki değer 5 iken, engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay süresi 4,4 olarak görülmektedir. Yaz mevsimi ortalama olay sayısı değerleri engellemeli ve engellemesiz günler için sırasıyla 0,8 ve 0,2'dir. Aynı mevsim için ortalama olay sürelerine bakıldığında engellemeli günlerdeki değer 4,1 iken, engellemesiz günlerdeki değer 3 olarak görülmektedir. Kırklareli için son olarak sonbahar mevsimindeki ortalama olay sayısı engelleme olan günlerde, engelleme olmayan günlerdeki olay sayısının yarısı kadardır. Ortalama olay sürelerine bakıldığında ise atmosferik engelleme olan ve engelleme olmayan günlerdeki değerler sırasıyla; 5,5 ve 3,9'dur.

Tablo 3. Kırklareli istasyonu soğuk hava dalgası istatistikleri (2010-2019).

Table 3. Kırklareli station cold wave statistics (2010-2019).

Mevsimler	Ort Olay Sayısı		Ort Gün Uzunluğu	
	Engellemeli	Engellemesiz	Engellemeli	Engellemesiz
Kış	0,6	0,6	3,7	3,7
İlkbahar	0,3	0,5	5,0	4,4
Yaz	0,8	0,2	4,1	3,0
Sonbahar	0,4	0,8	5,5	3,9

Sarıyer- Kumköy- Kilyos istasyonu için sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri 2010-2019 yılları arasındaki soğuk hava dalgası olayları için yıllık ortalama olay sayısı ve bu olayların ortalama süresi Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4. Sarıyer- Kumköy- Kilyos istasyonu soğuk hava dalgası istatistikleri (2010-2019).

Table 4. Sarıyer- Kumköy- Kilyos station cold wave statistics (2010-2019).

Mevsimler	Ort Olay Sayısı		Ort Gün Uzunluğu	
	Engellemeli	Engellemesiz	Engellemeli	Engellemesiz
Kış	0,9	0,5	3,9	3,2
İlkbahar	0,1	0,5	9,0	5,0
Yaz	0,7	0,1	3,9	3,0
Sonbahar	0,2	0,5	8,0	4,2

Sarıyer- Kumköy- Kilyos istasyonu istatistikleri değerlendirildiğinde, kış mevsimi için engellemeli günlerdeki ortalama olay sayısının, engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısından %80 daha fazla olduğu görülmektedir. Kış mevsimi için ortalama olay süresi değerlerine bakıldığında ise, engelleme olan ve engelleme olmayan günlerdeki değerler sırasıyla; 3,9 ve 3,2'dir. İlkbahar mevsimi için ortalama olay sayısı engellemeleri günlerde, engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısının %20'si kadardır. Buna karşın, ortalama olay süresi değerleri ise engelleme olan günlerde engelleme olmayan günlerdekini %80 fazlasıdır. Yaz mevsimi için atmosferik engelleme gözlenen ve gözlenmeyen günlerdeki ortalama soğuk hava dalgası sayıları sırası ile; 0,7 ve 0,1'dir. Ortalama olay günü uzunluklarına bakıldığında engelleme olan günlerdeki değer 3,9 iken, engelleme olmayan günlerdeki değer 3 olarak görülmektedir. Son olarak, sonbahar mevsimi için ortalama olay sayısı istatistikleri engelleme olan günlerde, engelleme olmayan günlerdekini %40 kadardır. Ortalama olay süresi değerlerine bakıldığı zaman ise engelleme olan günlerdeki değer 8 iken, engelleme olmayan günlerdeki soğuk hava dalgalarının ortalama süresi ise 4,2'dir.

Edirne istasyonu için sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri 2010-2019 yılları arasındaki sıcak hava dalgası olayları için yıllık ortalama olay sayısı ve bu olayların ortalama süresi Tablo 5'te sunulmuştur. Kış mevsimi için sıcak hava dalgaları istatistikleri engellemeli ve engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısı sırası ile 0,6 ve 1,5'tir. Buna rağmen bu mevsimde görülen olayların ortalama süresi engellemeli ve engellemesiz günlerde eşittir ve 3,7'dir. İlkbahar mevsiminde ise ortalama olay sayısı engelleme olmayan günlerde, engelleme olan günlere göre %20 daha fazladır. İlkbahar mevsimi için ortalama olay süresine bakıldığında ise engellemeli günlerde 6,3 iken, engelleme olmayan günlerde ortalama olay süresi 4,7'dir. Edirne ili için sıcak hava dalgasının engellemeli ve engellemesiz günlerdeki istatistikleri sırası ile 0,3 ve 1,4'tür. Buna rağmen, engellemeli günlerdeki olayların ortalama uzunluğu 7,7 gün iken, engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay süresi 5,4'tür. Sonbahar mevsiminde ise atmosferik engelleme olan günlerdeki ortalama olay sayısı 0,8 iken, engelleme olmayan günlerdeki olay sayısı engelleme olan

günlerdeki ortalama olay sayısından %50 daha fazladır. Ortalama olay sürelerine bakıldığında ise, engellemeli günlerdeki değer 6,9 iken, engelleme olmayan günlerdeki değer 5,8'dir

Tablo 5. Edirne istasyonu sıcak hava dalgası istatistikleri (2010-2019).

Mevsimler	Ort Olay Sayısı		Ort Gün Uzunluğu	
	Engellemeli	Engellemesiz	Engellemeli	Engellemesiz
Kış	0,6	1,5	3,7	3,7
İlkbahar	1	1,2	6,3	4,7
Yaz	0,3	1,4	7,7	5,4
Sonbahar	0,8	1,2	6,9	5,8

Tekirdağ istasyonu için sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri 2010-2019 yılları arasındaki sıcak hava dalgası olayları için yıllık ortalama olay sayısı ve bu olayların ortalama süresi Tablo 6'de verilmiştir. Tekirdağ istasyonunda ortalama olay sayıları atmosferik engelleme gerçekleşen günlerde, engelleme gerçekleşmeyen günlerdeki ortalama olay sayısının yarısıdır. Fakat buna karşın, her iki grupta da olayların ortalama süresi 3,7 ile birbirine eşittir. İlkbahar mevsimi için engellemeli günlerde gerçekleşen ortalama olay sayısı, engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısının %10 daha azdır. Ortalama olay sürelerine bakıldığında ise engelleme gerçekleşen günlerdeki değer 6 iken, engelleme gerçekleşmeyen günlerdeki değer 4,7'dir. Yaz mevsimi için bakıldığında engellemeli günlerdeki ortalama olay sayısı 0,6 iken, engelleme olmayan günlerde 1,4'tür. Ortalama olay sürelerine bakıldığında ise, engellemeli günlerdeki olay sayısı 7,7 iken, engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay sayısı 4,9'dur. Sonbahar mevsimi için ortalama olay sayıları engellemeli ve engellemesiz günlerde sırasıyla 0,7 ve 1,2'dir. Engellemeli günlerde gerçekleşen olayların ortalama süresi 6 iken, engellemesiz günlerdeki değer 6,1'dir.

Tablo 6. Tekirdağ istasyonu sıcak hava dalgası istatistikleri (2010-2019).

Mevsimler	Ort Olay Sayısı		Ort Gün Uzunluğu	
	Engellemeli	Engellemesiz	Engellemeli	Engellemesiz
Kış	0,6	1,2	3,7	3,7
İlkbahar	0,9	1	6,0	4,7
Yaz	0,6	1,4	7,7	4,9
Sonbahar	0,7	1,2	6,0	6,1

Kırklareli istasyonu için sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri 2010-2019 yılları arasındaki sıcak hava dalgası olayları için yıllık ortalama olay sayısı ve bu olayların ortalama süresi Tablo 7'de yer almaktadır. Kış mevsimi için sıcak hava dalgalarının engelleme olan günlerdeki ortalama sayısı 0,6 iken engelleme olmayan günlerde 1,4'tür. Sıcak hava dalgalarının ortalama olay süresi engellemeli günlerde 3,8 iken engelleme olmayan günlerde 3,9'dur. İlkbahar mevsiminde ise ortalama olay sayısı engellemeli günlerde

1,1 iken, engelleme olmayan günlerde 0,9'dur. Bu olayların ortalama süresi ise engellemeli ve engelleme olmayan günlerde sırasıyla 4,8 ve 4,7'dir. Yaz mevsiminde gerçekleşen sıcak hava dalgası olaylarının engellemeli günlerdeki ortalama sayısı 0,3 iken engellemesiz günlerde bu değer 1,4'tür. Fakat engelleme gerçekleştiği günlerdeki olayların ortalama süresi 8,3 iken, engelleme gerçekleşmeyen günlerdeki ortalama olay süresi 4,5 gündür. Son olarak, sonbahar mevsimindeki atmosferik engelleme gerçekleşen günlerdeki ortalama sıcak hava dalgası olay sayısı, engelleme gerçekleşmeyen günlerdekine eşit olup, 1,1'dir. Sonbahar mevsimindeki ortalama olay süresi engellemeli günlerde 4,3 iken, engelleme olmayan günlerde 5,5 gündür.

Tablo 7. Kırklareli istasyonu sıcak hava dalgası istatistikleri (2010-2019).

Mevsimler	Ort Olay Sayısı		Ort Gün Uzunluğu	
	Engellemeli	Engellemesiz	Engellemeli	Engellemesiz
Kış	0,6	1,4	3,8	3,9
İlkbahar	1,1	0,9	4,8	4,7
Yaz	0,3	1,4	8,3	4,5
Sonbahar	1,1	1,1	4,3	5,5

Sarıyer- Kumköy- Kilyos istasyonu için sırasıyla kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimleri 2010-2019 yılları arasındaki sıcak hava dalgası olayları için yıllık ortalama olay sayısı ve bu olayların ortalama süresi Tablo 8'de yer almaktadır. Sarıyer- Kumköy- Kilyos istasyonu için sıcak hava dalgası olayları istatistiklerine bakıldığında kış mevsiminde engelleme olan günlerde ortalama olay sayısı 0,6 iken engelleme olmayan günlerde 1,3'tür. Bu mevsimde sıcak hava dalgalarının ortalama olay sürelerine bakıldığında ise engellemeli olmayan günlerdeki olay süresi, engelleme olan günlerdeki olay süresinin %12,5 daha azdır. İlkbahar mevsiminde ise ortalama olay sayısı engellemeli günlerde 1,1 iken, engelleme olmayan günlerde ortalama olay sayısı 0,7'dir. Ortalama olay sürelerine bakıldığında ise engellemeli günlerde 4,6 iken, engelleme olmayan günlerde 5,3 olarak hesaplanmıştır. Yaz mevsimi için engellemeli günlerde gerçekleşen sıcak hava dalgası ortalama olay sayısı, engelleme olmayan günlerden %20 daha azdır. Aynı mevsim için ortalama olay sürelerine bakıldığında ise engellemeli günlerde 5,5, engelleme olmayan günlerde ise 6 görülmektedir. Sonbahar mevsimi için ortalama sıcak hava dalgası sayılarına bakıldığında engellemeli günlerde 0,8 değeri görülürken, engelleme olmayan günlerde 1,5 görülmektedir. Son olarak engelleme olan günlerdeki sıcak hava dalgalarının ortalama süresine bakıldığında 5,3 gün görülürken, engelleme olmayan günlerdeki ortalama olay süresi 5,1'dir.

Tablo 8. Sarıyer-Kumköy-Kilyos istasyonu sıcak hava dalgası istatistikleri (2010-2019).

Mevsimler	Ort Olay Sayısı		Ort Gün Uzunluğu	
	Engellemeli	Engellemesiz	Engellemeli	Engellemesiz
Kış	0,6	1,3	4,0	3,5
İlkbahar	1,1	0,7	4,6	5,3
Yaz	0,8	1	5,5	6,0
Sonbahar	0,8	1,5	5,3	5,1

SONUÇ

Tüm yapılan kabuller ve bulgular değerlendirildiğinde, genel olarak engellemeli günlerdeki ortalama olay sayıları azalırken, yaşanan olayların ortalama süresinin uzadığı görülmektedir.

Soğuk hava dalgası olayları için, kış mevsiminde kesin bir yargıya varılamamış olsa da, yaz mevsiminde engellemeli günler dahilinde gerçekleşen ortalama soğuk hava dalgası sayısının engellemesiz günlere göre daha fazla olduğu göze çarpmaktadır. Yaz mevsiminde atmosferik engellenen olduğu günlerdeki soğuk hava dalgalarının ortalama olay sayısının, engelleme olmayan günlerde görülen ortalama olay sayısının en az 3,5 katıdır ve aynı zamanda yaşanan olayların ortalama sayısının da en az %30 arttığı görülmüştür. Sonbahar mevsiminde ise soğuk hava dalgası için ortalama olay sayıları dikkate alındığında, göze çarpan bir sonuç elde edilememiş, genel olarak atmosferik engelleme gerçekleşen günlerdeki ortalama olay sayısı azalmış ancak engelleme olan günlerdeki olay günü uzunluğu yani olayların devam ettiği süre engelleme olmayan günlere göre daha fazla olmuştur. Soğuk hava dalgalarının ilkbahar mevsiminde ortalama olay sayısı atmosferik engelleme gerçekleşen günlerde engelleme olmayan günlere göre en az %25 azalma olsa da, soğuk hava dalgalarının ortalama sürelerinin en az %13 arttığı tespit edilmiştir.

Kış mevsiminde Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, Sarıyer-Kumköy-Kilyos istasyonlarında sıcak hava dalgası ortalama olay sayısı istatistiklerine bakıldığında engellemeli günlerdeki olay sayısı engelleme olmayan günlerdeki olay sayısının en az yarısı kadar gözlenmiştir. Fakat buna rağmen ortalama olay süreleri neredeyse birbirlerine eşittir. Yaz aylarında ise sıcak hava dalgası için, ortalama olay sayıları engellemeli günlerde, engelleme olmayan günlere göre daha az olsa da, yaşanan olayların ortalama süresi, Sarıyer-Kumköy-Kilyos istasyonu dışında diğer istasyonlarda, atmosferik engelleme olan günlerde daha fazladır. Bahar ayları için sıcak hava dalgası ve atmosferik engelleme arasında net bir sonuç elde edilememiştir.

İlerideki çalışmalarda daha anlamlı ve doğru sonuçlara ulaşılması için 10 yıldan daha uzun süreli incelemeler yapılması daha uygun olacaktır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, sıcaklık verileri için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne teşekkür eder.

KAYNAKLAR

Aalijahan, M., Salahi, B., Rahimi, Y.G. & Asl, M.F. (2019). A new approach in temporal-spatial reconstruction and synoptic analysis of cold waves in the northwest of Iran. *Theor Appl Climatol* **137**, 341-352. DOI: [10.1007/s00704-018-2601-7](https://doi.org/10.1007/s00704-018-2601-7)

Barriopedro, D., García-Herrera, R., Lupo, A.R. & Hernández, E. (2006). A climatology of northern hemisphere blocking. *Journal of Climate* **19**(6), 1042-1063. DOI: [10.1175/JCLI3678.1](https://doi.org/10.1175/JCLI3678.1)

Bengtsson L. (1981). Numerical prediction of atmospheric blocking a case study. *Tellus* **33**(1), 19-42. DOI: [10.3402/tellusa.v33i1.10692](https://doi.org/10.3402/tellusa.v33i1.10692)

Brunner, L., Schaller, N., Anstey, J., Sillmann, J. & Steiner, A.K. (2018). Dependence of present and future European temperature extremes on the location of atmospheric blocking. *Geophysical Research Letters*, **45**, 6311-6320. DOI: [10.1029/2018GL077837](https://doi.org/10.1029/2018GL077837)

Crawford, A. D., Alley, K. E., Cooke A. M., and Serreze, M. C. (2020). Synoptic climatology of rain on snow events in Alaska. *Monthly Weather Review*, **148**, 1275-1295, DOI: [10.1175/MWR-D-19-0311.1](https://doi.org/10.1175/MWR-D-19-0311.1)

Demirtaş, M. (2017). High impact heat waves over The Euro-Mediterranean Region and Turkey - in concert with atmospheric blocking and large dynamical and physical anomalies. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **18**(1), 97-114. DOI: [10.18038/aubtda.300426](https://doi.org/10.18038/aubtda.300426)

Demirtaş, M. (2017). The Large-Scale Environment of The European 2012 high-impact cold wave: Prolonged Upstream And Downstream Atmospheric Blocking. *Weather*, **72**(10), 297-301. DOI: [10.1002/wea.3020](https://doi.org/10.1002/wea.3020)

Efe, B., Sezen, I., Lupo, A.R. & Deniz, A. (2019a). The relationship between atmospheric blocking and temperature anomalies in Turkey between 1977 and 2016. *International Journal of Climatology*, **40**(2), 1022-1037. DOI: [10.1002/joc.6253](https://doi.org/10.1002/joc.6253)

Efe, B., Lupo, A.R. & Deniz, A. (2019b). The relationship between atmospheric blocking and precipitation changes in Turkey between 1977 and 2016. *Theoretical Applied Climatology*, **138**, 1573-1590. DOI: [10.1007/s00704-019-02902-z](https://doi.org/10.1007/s00704-019-02902-z)

Efe, B., Lupo, A.R. & Deniz, A. (2020). Extreme temperatures linked to the atmospheric blocking events in Turkey between 1977 and 2016. *Natural Hazards*, **104**, 1879-1898. DOI: [10.1007/s11069-020-04252-w](https://doi.org/10.1007/s11069-020-04252-w)

Ersoy, E. & Ağırbaş, E. (2019). Karadeniz Türkiye Kıyıları Yağış Miktarlarının Uzun Dönemli Değişimi. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, **4**(3), 513-518. DOI: [10.35229/jaes.637591](https://doi.org/10.35229/jaes.637591)

Hall, J. & Loboda, T. (2018). Quantifying the variability of potential black carbon transport from cropland burning in Russia driven by atmospheric blocking

- events. *Environmental Research Letters*, **13**(5), 55010. DOI: [10.1088/1748-9326/aabf65](https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabf65)
- Kale, S. (2017a)**. Climatic trends in the temperature of Çanakkale city, Turkey. *Natural and Engineering Sciences*, **2**(3), 2458-8989. DOI: [10.28978/nesciences.348449](https://doi.org/10.28978/nesciences.348449)
- Kale, S. (2017b)**. Analysis of climatic trends in evaporation for Çanakkale (Turkey). *Middle East Journal of Science*, **3**(2), 2536-5312. DOI: [10.23884/mejs.2017.3.2.01](https://doi.org/10.23884/mejs.2017.3.2.01)
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Leetmaa, A., Reynolds, R., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K.C., Ropelewski, C., Wang, J., Jenne, R. & Joseph, D. (1996)**. The relationship between atmospheric blocking and precipitation changes in Turkey between 1977 and 2016 Author's personal copy NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull Am Meteorol Soc.*, **77**, 437-471.
- Khodayar, S., Kalthoff, N. & Kottmeier, C. (2018)**. Atmospheric conditions associated with heavy precipitation events in comparison to seasonal means in the western Mediterranean region. *Clim Dyn*, **51**, 951-967. DOI: [10.1007/s00382-016-3058-y](https://doi.org/10.1007/s00382-016-3058-y)
- Lhotka, O., Kyselý, J. & Plavcová, E. (2018)** Evaluation of major heat waves' mechanisms in EURO-CORDEX RCMs over Central Europe. *Clim Dyn*, **50**, 4249-4262. DOI: [10.1007/s00382-017-3873-9](https://doi.org/10.1007/s00382-017-3873-9)
- Matsueda, M. (2011)**. Predictability of Euro-Russian Blocking in Summer of 2010. *Geophysical Research Letters*, **38**, L06801. DOI: [10.1029/2010GL046557](https://doi.org/10.1029/2010GL046557)
- MGM. (1990-2019)**. Edirne, Tekirdağ, Kırklareli, Sarıyer-Kumköy-Kilyos İstasyonları Günlük ortalama sıcaklık verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- O'Reilly, C.H., Minobe, S. & Kuwano-Yoshida, A. (2016)**. The influence of the gulf stream on wintertime European blocking. *Clim Dyn* **47**, 1545-1567. DOI: [10.1007/s00382-015-2919-0](https://doi.org/10.1007/s00382-015-2919-0)
- Rabinowitz, J.L., Lupo, A.R. & Guinan, P.E. (2018)**. Evaluating linkages between atmospheric blocking patterns and heavy rainfall events across the north-central Mississippi River valley for different ENSO phases. *Advances in Meteorology*, **2018**, 1-7. DOI: [10.1155/2018/1217830](https://doi.org/10.1155/2018/1217830)
- Reynolds, D.D., Lupo, A.R., Jensen, A.D. & Market, P.S. (2017)**. The Predictability of Northern Hemispheric Blocking Using an Ensemble Mean Forecast System. *Proceedings*, **1**, 87.
- Röthlisberger, M. & Martius O. (2019)**. Quantifying The Local Effect Of Northern Hemisphere Atmospheric Blocks On The Persistence Of Summer Hot And Dry Spells. *Geophys. Res. Lett.* **46**, 10101-10111.
- Semenova, I. G. (2013)**. Regional Atmospheric Blocking in the Drought Periods in Ukraine. *Journal of Earth Science and Engineering*, **3**, 341-348.
- Sitnov, S.A., Mokhov, I.I. & Lupo, A.R. (2014)**. Evolution of the water vapor plume over Eastern Europe during summer 2010 atmospheric blocking. *Advances in Meteorology*, **2014**, 1-11. DOI: [10.1155/2014/253953](https://doi.org/10.1155/2014/253953)
- URL. (2020)**. University of Missouri Blocking Archive. <http://weather.missouri.edu/gcc> (alındığı tarih 15 Ağustos 2020).
- Yun, S.G. & Yoo, C. (2019)**. The Effects of Spring and Winter Blocking on PM₁₀ Concentration in Korea. *Atmosphere*, **10**, 410
- Zhou, M.G., Wang, L.J., Liu, T., Zhang, Y.H., Lin, H.L., Luo, Y., Xiao, J.P., Zeng, W.L., Zhang, Y.W., Wang, X.F., Gu, X., Rutherford, S., Chu, C. & Ma, W.J. (2014)**. Health impact of the 2008 cold spell on mortality in subtropical China: the climate and health impact national assessment study (CHINAs). *Environmental Health*, **13**, 60. DOI: [10.1186/1476-069X-13-60](https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-60)



Bayburt İlinde Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) İşletmelerinin Yapısal Analizi ^[*]

Turgut ERTÜMEN Ebru YILMAZ*

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

Geliş/Received: 26.09.2020

Kabul/Accepted: 27.11.2020

Atıf yapmak için: Ertümen, T. & Yılmaz, E. (2020). Bayburt İlinde Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) İşletmelerinin Yapısal Analizi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 618-623.

How to cite: Ertümen, T. & Yılmaz, E. (2020). The Structural Analysis of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Farms in Bayburt Province. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 618-623.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-4090-558X>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-6659-090X>

***Sorumlu yazarın:**

Ebru YILMAZ
Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri
Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği
Bölümü, Fatsa, Ordu, Türkiye
✉: ebruyilmaz@odu.edu.tr
Cep telefonu : +90 (533) 375 16 31
Faks : +90 452) 423 50 53

Öz: Bu çalışmada, Bayburt ilinde alabalık yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri, 8 adet işletmeden tam sayım yöntemi ile anket sonucu elde edilmiştir. Veriler işletmelerin 2013 yılı faaliyetlerini kapsamaktadır. Bu işletmelerin %62,5'i ağ kafeslerde ve %37,5'i karada beton havuzlarda üretim yapmaktadır. İşletme başına düşen nüfus miktarı ağ kafeslerde üretim yapan işletmelerde 1,6 kişi, karada üretim yapan işletmelerde 2,3 kişi olarak tespit edilmiştir. İşletmelerin yem dönüşüm oranı 1,10 olarak tespit edilmiştir. İşletmelerde porsiyonluk balık satış ağırlığı 250 gr, yavru balık satış ağırlığı 2-5 gr olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda alabalık çiftliklerinin mevcut durumu ve sorunları tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Balık yetiştiriciliği, Bayburt, gökkuşağı alabalığı, işletme, *Oncorhynchus mykiss*, yapısal analiz.

The Structural Analysis of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Farms in Bayburt Province

***Corresponding author's:**

Ebru YILMAZ
Ordu University, Fatsa Faculty of Marine
Sciences, Fisheries Technology Engineering
Department, Fatsa, Ordu, Türkiye
✉: ebruyilmaz@odu.edu.tr
Mobile telephone : +90 (533) 375 16 31
Fax : +90 452) 423 50 53

Abstract: In this study, it was aimed to determine the structural characteristics of the farms producing rainbow trout in the province of Bayburt. The research data were collected from 8 farms using the complete inventory method with a survey. The data includes the activities of the farms in the year 2013. 62.5% of these farms use net cages to produce rainbow trout, while the remaining 37.5% use concrete pools on land. The population per farm is recorded as 1.6 person for the farms using net cages and 2.3 persons for those using concrete pools on land. The feed conversion rate of the farms was found as 1.10. In the farms, the sales weight of the portion-size trout was determined as 250 gr, and the sales weight of the trout fry was determined as 2-5 gr. As a result of the study, the current status and problems of rainbow trout farms were determined.

Keywords: Bayburt, farm, fish culture, *Oncorhynchus mykiss*, rainbow trout, structural analysis.

GİRİŞ

İnsan beslenmesine katkısı, istihdam oluşturması, sanayiye hammadde temini ve yüksek ihracat potansiyeli nedeniyle su ürünleri, ülke ekonomisi için oldukça önemlidir. Su ürünlerinin stoklarında değişik nedenlerle meydana gelen azalmalar, deniz ve iç sulardaki kaynakların değerlendirilmesini gündeme getirmiştir. Bu yüzden su ürünleri yetiştiriciliği, günümüzde tarımın diğer

kollarından daha hızlı bir şekilde büyüme göstermektedir (Karataş vd., 2008).

2019 yılında ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği üretimi; denizlerimizde 256,930 ton ve iç sularımızdan 116,426 ton olmak üzere toplam 373,356 ton olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılı verilerine göre su ürünleri yetiştiricilik tesislerinin denizlerde 434 adet ve iç sularda 1,693 adet olduğu rapor edilmiştir (Anonim, 2020).

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

This study was produced from the master thesis.

Alabalık çiftlikleri Türkiye tatlı su balıkları üretiminde önemli bir yere sahiptir ve ülke ekonomisine kayda değer bir ekonomik girdi sağlamaktadır (Verap vd., 2017). Ülkemizde yetiştiriciliği en çok yapılan türlerin başında alabalık gelmekte onu sırasıyla levrek ve çipura izlemektedir. 2019 yılı üretim verilerine göre alabalık üretim miktarı iç sularda 116,053 ton ve denizlerde 9,692 ton ile toplam 125,745 ton'dur (Anonim, 2020).

Araştırma bölgesi olan Bayburt ilinde balık yetiştiriciliği çok yüksek düzeylerde olmasa bile son yıllarda önemli artışlar meydana gelmiştir. Bayburt ili ve ilçelerindeki su ürünleri üretim tesislerinde sadece gökkuşağı alabalığı üretimi yapılmaktadır (Aydın, 2018). Bayburt ilinde Çoruh Nehri ve onu besleyen dereler ile sonradan yapılmış göletler su ürünleri yetiştiriciliği açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu araştırma ile Bayburt ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal durumları ortaya konulmuş, üretim ve pazarlama aşamalarındaki sorunlar tespit edilmiş ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri getirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma materyalini Bayburt ilinde alabalık yetiştiriciliği yapan 8 adet işletmeden anket yoluyla elde edilen 2013 yılı üretim verileri oluşturmuştur. Ayrıca TÜİK ile Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü istatistiklerinden, Bayburt İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden alınan kayıt, rapor ve verilerden de yararlanılmıştır.

Araştırmada Bayburt ilinde faal olan toplam 8 adet alabalık işletmesi incelenmiştir. İşletmelerden 5 tanesi Demirözü ilçesinde Gökçedere göleti üzerinde kurulu ağ kafes işletmesidir. Diğer 3 işletme ise kara tabanlı olup Yazırdu, Yoncalı ve Harmanözü köylerinde bulunmaktadır (Şekil 1)



Şekil 1. Bayburt ilindeki alabalık işletmelerinin dağılımı.
Figure 1. Distribution of trout farms in Bayburt province.

Popülasyonu meydana getiren birimlerin tek tek incelenmesiyle onlardan ölçme, tartma, gözlem veya soruşturma yoluyla bilgi elde edilmesine tam sayım adı verilmektedir (Güneş & Arıkan, 1988). Araştırma

bölgesindeki popülasyonun küçük sayıda ve her bir işletmeye ulaşma imkanının olmasından dolayı verilerin elde edilebilmesi için tam sayım yöntemi kullanılmıştır (Çiçek & Erkan, 1996; Karataş vd., 2008; Aydın & Sayılı, 2009). Bu işletmelerin yapısal özelliklerinin incelenmesine yönelik sorular içeren anketler, üretici mahallinde işletme yöneticisi ile yüz yüze görüşülerek yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde ise MS Excel programı kullanılmıştır.

Araştırmada yapısal analiz unsurları olarak; işletmelerin kuruluş yeri özellikleri, kapasite miktarları, su kaynağı, işletme sahibi ve çalışanların genel özellikleri, ağ kafesler, havuzlar, alabalık üretimi ve pazarlanması, yem ve yem temini ile ilgili özellikler incelenmiştir.

BULGULAR

İşletmelerin Yapısal Özellikleri

İşletmelerinin Kuruluş Yeri Özellikleri ve Kapasite Miktarları: Bayburt ilinde incelenen alabalık işletmelerinin %62,5'i (5 adet) ağ kafeslerde ve %37,5'i (3 adet) kara tabanlı beton havuzlarda üretim yapmaktadır (Tablo 1). Alabalık işletmeleri 1995-2010 yılları arasında kurulmuşlardır. Üretim yapan alabalık işletmelerinin tamamı şahıs işletmesidir. Ağ kafes işletmelerinin il merkezine olan uzaklıkları ortalama 48 km, karadaki işletmelerin ise ortalama 40 km mesafededir. Tüm işletmelerin yıllık yetiştirme kapasiteleri 16,5 - 245 ton arasında değişirken, yıllık yavru balık üretim kapasitesi kara tabanlı işletmelerde 65,000-10,000,000 adet yavru arasında değişmektedir.

Tablo 1. Bayburt ilindeki alabalık işletmelerinin kuruluş yeri özellikleri ve kapasite miktarları.

Table 1. Plant location features and capacity amounts of trout farms in Bayburt.

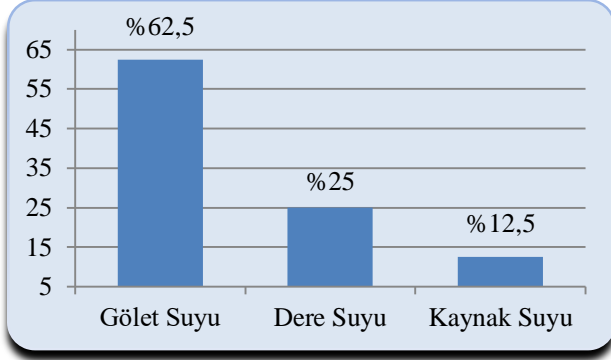
İşletme Tipi					
Ağ Kafeste Balık Üreten İşletmeler					
Tesisin adı	İşletme yeri (ilçe/köy)	Mülkiyet durumu	İl merkezine uzaklık (km)	Kapasite (ton/yıl)	Yavru balık üretim kapasitesi (adet/yıl)
Akpınar 2	Demirözü	Kıra	48	29	-
Akpınar 3	Demirözü	Kıra	48	245	-
Doğan	Demirözü	Kıra	48	29	-
Güneş	Demirözü	Kıra	48	29	-
Vadi	Demirözü	Kıra	48	29	-
Kara Tabanlı Balık Üreten İşletmeler					
Akpınar	Merkez/Harmanözü	Kıra+ kendi mülkü	14,5	-	10,000,000
Koçak	Merkez/Yoncalı	Kendi mülkü	60	16,5	65,000
Fettahoğlu	Merkez/Yazırdu	Kendi mülkü	45	30	120,000

İncelenen İşletmelerde Su Kaynağı ve Özellikleri:

Araştırma bölgesindeki işletmelerin %62,5'i gölet suyu, %25'i dere suyu ve %12,5'si kaynak suyu kullanarak üretim yapmaktadır (Şekil 2).

Ağ kafeste üretim yapan işletmelerin tamamı kullanmış oldukları alanları 7 yıllığına devletten kiralamış durumdadırlar. Kara tabanlı üretim yapan işletmelerin %66,7'sinin kendi arazisinde, %33,3'ü de kendi arazisine ilaveten kiralandıkları arazide üretim yapmaktadır. Benzer çalışmalardan; Aydın ve Sayılı, (2009) Samsun'daki

işletmelerin %80'inin, Kaya ve Şahin, (2016) Rize'deki işletmelerin %50'sinin, Karabulut vd., (2017) Kastamonu'daki işletmelerin %54,5'inin, Aydın vd., (2018) Erzurum'daki işletmelerin %85,7'sinin kendi arazisinde üretim yaptıklarını bildirmişlerdir. Araştırma bölgesinde kiralık alanda yetiştiricilik yapma oranı fazla iken, benzer çalışmalarda kendi arazisinde yetiştiricilik yapanların oranının daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 2. İşletmelerin su kaynakları.
Figure 2. Water resources of farms.

Kara tabanlı yetiştiricilik yapan işletmelerin su kaynağına ortalama uzaklığı 1,2 km'dir. Ağ kafeste yetiştiricilik yapan işletmelerin bulunduğu göletin ortalama derinliği 15 m olup, iklim şartları ve suyun çiftçiler tarafından kullanılma durumuna göre ortalama 10 m'ye kadar düştüğü bildirilmiştir.

İşletme Sahibi ve Çalışanların Genel Özellikleri:

Araştırma bölgesindeki işletme sahiplerinin %62,5'i sadece balıkçılık, %37,5'i balıkçılık yanında esnafılık yapmakta iken, %12,5'i balıkçılık yanında hayvancılık ile uğraşmaktadır. Benzer çalışmalarda ise işletme sahiplerinin; Adıgüzel ve Akay, (2005) %21,05'inin tarım ile Aydın ve Sayılı, (2009) ağ kafes işletmelerinde %28,57'si ve karadaki işletmelerde ise %20'sinin tarım ile, Kocaman (2011) ağ kafes işletmelerinde %66,7'si ve karadaki işletmelerde ise %46,7'sinin tarım ile, Yıldırım (2013) %60'ının tarım ile Karabulut vd., (2017) %30'unun tarım ile uğraştığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda işletme sahiplerinin balıkçılık yanında çoğunlukla tarım ile de uğraştıkları görülürken, araştırma bölgesindeki işletme sahiplerinin arazi yapısının tarıma müsait olmamasından dolayı esnafılık ve hayvancılık yaptığı görülmüştür.

İşletmelerin çalışan sayısı incelendiğinde; işletme başına düşen çalışan sayısı ağ kafes işletmelerinde 1,6 kişi olup, bunun %62,50'sini işletme sahipleri, %37,50'sini daimi işçiler oluştururken, kara tabanlı işletmelerde ise 2,3 kişi olup bunun %42,86'sını işletme sahipleri %57,14'ünü aile çalışanları oluşturmaktadır (Tablo 2). Aydın ve Sayılı, (2009) ağ kafeslerde işletme başına 6,58 kişi olduğunu, bunun %45,59'unu işletme sahipleri, %50'sini daimi işçiler, %4,41'ini geçici işçiler, kara tabanlı işletmelerde ise bu oranların sırasıyla; 2,60; %46,15; %30,77 ve

%23,08 olduğunu, Erman ve Küçük, (2016) işletme başına 1,46 kişi olduğunu, işletme işgücünün %68,4'ünün daimi işçiler, %31,6'sının ise aile işgücünden oluştuğunu bildirmişlerdir. İşletmelerin büyüklüklerine bağlı olarak ihtiyaç duyulan personel sayısının değişkenlik gösterdiği söylenebilir.

Tablo 2. İşletmelerde nüfus durumu.

Table 2. Population status in farms.

İşletme Çalışanları		Kişi sayısı	
		adet	Oran (%)
Üretim Şekli	İşletme sahibi	5	62,50
	Daimi işçi	3	37,50
	Aile çalışanı	0	0
	Toplam	8	100
Ağ Kafes İşletmelerinde	İşletme sahibi	3	42,86
	Daimi işçi	0	0
	Aile çalışanı	4	57,14
Kara Tabanlı İşletmelerde	Toplam	7	100

Ağ kafes işletmelerinde işletme sahiplerinin yaş ortalamaları 38, daimi işçilerin 37, kara tabanlı işletmelerde işletme sahiplerinin 45, aile çalışanlarının 35,50 olarak tespit edilmiştir. Benzer çalışmalarda işletme sahiplerinin yaş ortalamaları; 45,30 (Adıgüzel & Akay, 2005), 42,95 (Aydın & Sayılı, 2009), 49,13 (ağ kafes işletmelerinde) ve 46,70 (karadaki işletmelerde) (Kocaman & Sayılı, 2014), 45,30 (Karabulut vd., 2017), 51,58 (Demir, 2018) olarak bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda yaş ortalamalarının genellikle 35 yaş üzeri olduğu görülmektedir.

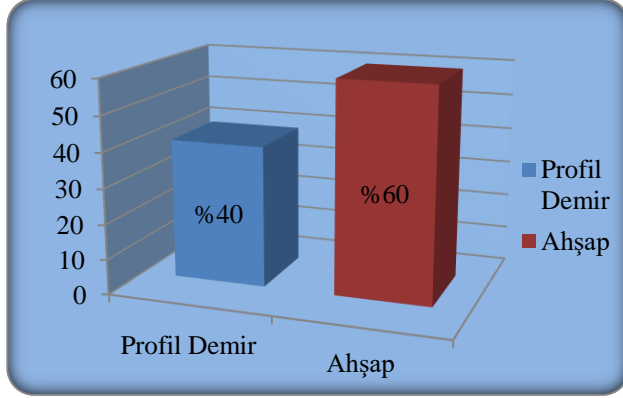
Eğitim durumlarına bakıldığında ağ kafeslerde işletme sahiplerinin %60'ının lise, %40'ının ortaokul, daimi işçilerin tamamının ortaokul mezunu, kara tabanlı işletmelerde ise işletme sahiplerinin tamamının lise, aile çalışanlarının %50'sinin lise ve %50'sinin de ortaokul mezunu olduğu belirlenmiştir. Aydın ve Sayılı, (2009) ağ kafes işletme sahiplerinin %50'sinin ilkökul, %21,74'ünün ortaokul, %32,60'ının lise, karadaki işletmecilerin %38,46'sının ilkökul, %7,69'unun ortaokul, %30,77'sinin lise, %15,38'inin üniversite, Birici vd., (2014) %67,6'sının lise ve üniversite, Karaman ve Yüngül, (2015) %50'sinin lise, %16,67'sinin üniversite terk, %33,33'ünün ise üniversite, Karabulut vd., (2017) %50'sinin ilkökul, %30'unun lise, %20'sinin üniversite, Güneş ve Köprücü, (2019) %56,18'inin ilkökul, %28,09'unun ortaokul ve %14,61'inin üniversite mezunu olduğunu bildirmişlerdir. Bayburt ilinde işletmecilerin ve çalışanların daha çok ilköğretim ve ortaöğretim mezunu oldukları görülürken, üniversite mezunu bulunmamaktadır. Diğer çalışmalarda ise üniversite mezunlarının da işletmelerde görev yaptığı görülmektedir. Birici vd., (2016) işletmecilerin eğitilmiş olmalarının, sektörde motivasyonu ve girişimciliği arttırdığını ve özgüveni artıran işletmecilerin bu sektöre avantajlı duruma getirdiğini belirtmişlerdir.

İşletmelerdeki kişilerin ortalama tecrübe süreleri incelendiğinde, ağ kafeslerde işletme sahipleri 11 yıl,

daimi işçiler 2 yıl, kara tabanlı işletmelerde ise işletme sahipleri 15 yıl, aile çalışanları 9 yıllık bir tecrübeye sahiptir.

İşletmelerin Ağ Kafes ve Havuz Özellikleri:

İşletmelerde toplam 33 adet ağ kafes ve 160 adet beton havuz bulunmaktadır. Ağ kafeslerin %40'ı profil demir, %60'ı ise ahşap malzemeden yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Ağ kafes yapımında kullanılan malzemeler.
Figure 3. Materials used in net cage construction.

Ağ kafes işletmelerinde toplam stok hacmi 20,153 m³ olup bunun tamamı yetiştirme/büyütme bölümünden oluşmakta ve bir işletmeye ortalama 4,030 m³ stok hacmi düşmektedir. İşletmelerin tamamında yüzdürücü olarak plastik bidon, ağ olarak düğümsüz ağ kullanılmakta ve ağlar 5 yılda bir yenilenmektedir. Ağ kafeslerin kıydan uzaklığı ortalama 240 m'dir.

Kara tabanlı işletmelerde 160 adet kanal tipi havuzlarda toplam 4,030 m³ stok hacmi bulunmaktadır. Bunun %46,3'ü yetiştirme/büyütme, %27'si damızlık/anaç, %15,5'i stok/pazarlama ve %11,2'si yavru bakım geliştirme bölümünden oluşmakta ve işletme başına ortalama 1,343 m³ stok hacmi düşmektedir.

İşletmelerde Alabalık Üretimi ile İlgili

Özellikler: Ağ kafes işletmelerinin tamamı Harmanözü köyündeki kuluçkahaneden yavru balık olarak porsiyonluk büyüklüğe kadar yetiştirmektedir. Kara tabanlı işletmelerin tamamının kuluçkahanesi bulunmakta olup, %66,7'si damızlık balıklarından elde ettiği yumurtalardan yavru çıkışı gerçekleştirip porsiyonluk boya kadar yetiştirirken, %33,3'ü sadece yavru balık üretmektedirler.

Damızlık balıkların sağımı Aralık ile Mayıs ayı arasında yapılmaktadır. Yumurtaların inkübasyonu işletmelerin %66,7'sinde ahşap inkübatörlerde, %33,3'ünde ise kuluçka dolaplarında gerçekleştirilmektedir. Kuluçkahanesi olan 3 işletmede kilogram canlı ağırlık başına ortalama 1,667 adet yumurta alındığı tespit edilmiştir. Yumurtadan yavru çıkış süresinin 30 ile 45 gün arasında değişmekle beraber ortalama 40 günde gerçekleştiği ifade edilmiştir.

Genel olarak herhangi bir hastalık yaşanmadığı bildirilmiş olup hastalıktan korunmak üzere tüm işlemler;

kullanılan malzemelerin dezenfekte edilmesi, günlük havuz/kafes bakımı, havuzlar için günlük su giriş çıkış kontrolü, ölü balıkların toplanması gibi tedbirler aldıklarını belirtmişlerdir.

Kara tabanlı işletmelerde damızlık balıkların yaş ortalamaları 3,8 yıl olup işletme başına ortalama 765 adet damızlık alabalık düştüğü belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda ise işletme başına ortalama; Yıldız ve Şener, (2003) 404 adet, Koç (2007) 2-5 yaş aralığında 162,43 adet, Kocaman (2011) 3,8 yaşında 88,59 adet, Erman ve Küçük, (2016) 3-4 yaşında 1,166 adet damızlık balık bulunduğunu bildirmişlerdir. İşletmeler arasında damızlık balık özelliklerindeki farklılıklar, kuluçkahane üretim kapasitelerinin değişken olmasından kaynaklanmaktadır.

Kış mevsiminde işletmeler soğuktan, yaz mevsiminde ise suların ısınmasından olumsuz etkilenmektedir. Kara tabanlı işletmelerin bazılarının kullandıkları su kaynakları tarım alanlarından da geçtiği için zaman zaman yaşanan toplu balık ölümleri zirai faaliyetlerin atıklarına atfedilmektedir. İşletmeciler üretimle ilgili sorunlarını; yavru balığın desteklenmemesi, yem maliyetlerinin yüksekliği ve sorunların çözümüne yönelik işletmeler arasında herhangi bir örgütlenme veya kooperatifleşmenin olmaması olarak ifade etmişlerdir.

İşletmelerde Alabalık Pazarlaması ile İlgili

Özellikler: Balık satışları ağ kafes işletmelerinde tamamı toptan, kara tabanlı işletmelerde ise %33,3'ü toptan, %33,3'ü perakende ve %33,3'ü hem toptan hem de perakende olarak gerçekleştirilmektedir. İşletmelerin tamamında yavru ve porsiyonluk alabalığın ortalama satış ağırlığının sırasıyla 2-5 gr ile 250 gr olduğu belirlenmiştir. Alabalık yetiştiren işletmelerde balık satışları kilogram ağırlığa göre yapılmaktadır. Ağ kafes işletmelerinin tamamı porsiyonluk balık satarken, kara tabanlı işletmelerden iki tanesi porsiyonluk balık, bir tanesi ise yavru balık satışı yapmaktadır.

İşletmelerin tamamı yem temini, %75'i pazarlama ve ihracat yapma konularında örgütlenme ihtiyaçlarının olduğunu ifade etmişlerdir. İşletmeler balıkların pazarlama aşamasında bir takım sorunlarla karşılaştıklarını bildirmişlerdir. Bunlar; fiyatların düşük olması, ürün işleme ve değerlendirme tesislerinin olmayışı ve talebin sınırlı arzın yüksek olmasıdır.

İşletmelerde Yem ve Yem Temini ile İlgili

Özellikler: İşletmelerin tamamında balık üretiminde hazır yemler kullanılmakta olup yem temininin çoğunlukla Trabzon başta olmak üzere Gümüşhane ve Rize illerinde bulunan yem bayilerinden satın alındığı ifade edilmiştir. İşletmeciler yem temininde en önemli sorunu, yemin pahalı olması olarak ifade etmişlerdir. İşletmelerin hepsinde yem deposu bulunmaktadır. İşletmelerin hemen hemen hepsi aynı firmanın yemini kullanmakta olup ham protein ve ham yağ oranları sırasıyla porsiyonluk balık yemlerinde %45 ve

%20, yavru balık yemlerinde %55 ve %15'tir. İşletmelerde balıklara verilen yemin miktarı ve öğün sayısının; iklim koşulları, balık ağırlığı, su şartları ve yemin stok durumuna bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. Yemleme işletmelerin tamamında elle yapılmaktadır.

Tüm işletmelerde yem dönüşüm oranı ortalama 1,10 olarak tespit edilmiştir. Rad, (1999) alabalıklarda yem dönüşümünün, ülkemiz ortalamasının 1,57 olduğunu bildirmiştir. Benzer çalışmalarda yem dönüşüm oranı; Soylu, (1995) 1,25; Rad ve Köksal, (2001) 1,57; Yıldız ve Şener, (2003) 1,80; Büyükçapar ve Sezer, (2006) 1,40; Uzmanoğlu ve Soylu, (2008) 1,25; Yeşilayer ve Gören, (2013) 1,09 olarak bildirmişlerdir. Yem dönüşüm oranının yapılan çalışmalardan genel olarak düşük olduğu görülmüştür. Hoşsu vd., (2003) yem dönüşüm oranının genelde 1 civarında ve 1'e yaklaştığında karlılığı arttırdığını, bu değer, yemin içeriğine, yetiştirilen balık türünün farklı boy ve yetiştirme koşullarına göre değiştiğini belirtmişlerdir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bayburt ilinde alabalık yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal durumları incelenerek üretim ve pazarlama gibi konularda mevcut sorunları tespit edilmiş ve çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır. Bayburt ilinde tarım ve hayvancılık yaygın olarak yapılmaktadır. İşletmelerin kullandığı sulara tarımsal amaçlı kullanılan gübre, ilaç gibi ürünlerin yağmur suları ile karışması nedeniyle balıklar zaman zaman olumsuz etkilenmektedir. Ölümlemler daha çok yağışların başladığı mevsim dönümlerinde gerçekleşmektedir. Ölümlemlerin gerçekleştiği dönemde zirai faaliyetlerden yıkamayla gelebilecek pestisit veya gübrelerin analizle teyidi gereklidir. Ayrıca işletmelere yakın olan bölgelerdeki tarım alanlarında bu ürünlerin daha kontrollü kullanımı ile ilgili denetlemeler yapılması yararlı olacaktır.

İlde bulunan kuluçkahane, yetiştirdiği yavru balıkları ağ kafeslerde üretim yapan komşu işletmelere sattığı gibi ayrıca çevre illerde ve özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde bulunan işletmelere de satmaktadır. İşletmeciler yavru balıkların ilgili bakanlık tarafından desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. İşletme ve üretim masraflarının en büyük kısmını yem giderleri oluşturmaktadır. Ayrıca dövizde yaşanan artışlardan kaynaklı yem maliyetlerinin yükselmesi işletmelerin yem temininde güçlükler yaşamasına neden olmaktadır. Çoğunlukla balık unu ve balık yağının ithal edilmesi ve yem fiyatlarının dövize endeksli artışı nedeniyle üretim maliyeti yükselmekte, bundan dolayı yetiştiricilik olumsuz etkilenmekte, küçük kapasiteli işletmeler ayakta durmakta zorlanmaktadır. Özellikle, yem il dışından temin edildiği için nakliye

giderleri de yem maliyetinin artmasına sebep olmaktadır. Yavru balık ve yemin desteklenmesi ile ilgili çalışmalar yapılması üretime olumlu katkılar sağlayacaktır. Ayrıca üretimde kaliteli yöntemlerin uygulanması ve pazarlamada karlı stratejiler üzerinde durulması büyük avantajlar sağlayacaktır.

İlde bulunan işletmelerin önemli sorunlarından biri de örgütlenme eksikliğidir. Bir kooperatif veya üretici birliği çatısı altında toplanacak olurlarsa işletmeler; yetiştiricilik, pazarlama, yem temini gibi konularda ortak hareket ederek bilgi alış verişinde bulunarak sorunlarına daha etkin çözümler bulacaklardır. Ayrıca, işletme sahibi ve çalışanlarının yetiştiricilik konusunda bilgi ve tecrübelerini arttırmak için Su Ürünleri ve Deniz Bilimleri Fakülteleri, Su Ürünleri Araştırma Enstitüleri ile Tarım ve Orman Müdürlükleri vasıtasıyla gerekli eğitimler, seminerler verilmeli, yaşanan sorunların çözümü konusunda işletmelere danışmanlık yapılmalıdır.

Sonuç olarak, uygun maliyet ile üretim yapıldığında Bayburt ilinde alabalık üretiminde artış gerçekleşeceği gibi balık yetiştiriciliğinin bölgenin ve ülkenin ekonomik olarak kalkınmasına daha fazla katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2020).** <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Menu/32/Bilgi-Dokumanlari>. (10 Ağustos 2020).
- Adıgüzel, F. & Akay, M. (2005).** Tokat ilinde gökkuşuğu alabalık işletmelerinin ekonomik analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 31-40.
- Aydın, H. (2018).** Bayburt ili su kaynaklarının mevcut durumu ve su ürünleri üretiminin geleceği. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 67-71.
- Aydın, O. & Sayılı, M. (2009).** Samsun ilinde alabalık işletmelerinin yapısal ve ekonomik analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 97-107.
- Aydın, A., Bashimov, G. & Yaykışlı, M. (2018).** The structural and economic analysis of the rainbow trout farming: Case of Erzurum province. *Marine Science and Technology Bulletin*, 7(1), 4-11. DOI: 10.33714/masteb.379336.
- Birici, N., Şeker, T., Balcı, M., Çelik, B. & Karakaya, G. (2016).** Elazığ ilinde gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* L.) yetiştiriciliği yapan işletmecilerin sosyo-demografik özellikleri. *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 3-18.
- Birici, N., Şeker, T., Balcı, M., Çelik, B. & Kılıç, A. (2014).** Elazığ ilinde gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* L.) yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal ve ekonomik analizi, *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 23-48. DOI: 10.17693/yunusae.vi.235395.

- Büyükçapar, H.M. & Sezer, Ö. (2006).** Rize yöresi alabalık işletmelerinin yapısal ve biyo-teknik özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1), 77-81.
- Çiçek, A. & Erkan, O. (1996).** Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:12, Ders Notları Serisi No: 6, Tokat, 245s.
- Demir, T. (2018).** Hatay ilindeki su ürünleri yetiştiriciliğinin mevcut durumu sorunları ve çözüm önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye, 67s.
- Erman, E. & Küçük, F. (2016).** Korkuteli (Antalya)'ndeki alabalık işletmelerinin yapısal analizi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 12(1), 58-74. DOI: [10.22392/egirdir.246313](https://doi.org/10.22392/egirdir.246313).
- Güneş, T. & Arıkan, R. (1988).** Tarım ekonomisi istatistiği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:1049, Ankara, 215s.
- Güneş, E. & Köprücü, K. (2019).** Kahramanmaraş'taki gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kuluçkahanelerinin yapısal, biyolojik ve teknik yönlerden araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(1), 68-79. DOI: [10.22392/egirdir.441033](https://doi.org/10.22392/egirdir.441033).
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y. & Fırat, A. (2003).** Balık besleme ve yem teknolojisi I (Balık besleme fizyolojisi ve biyokimyası), 5. Baskı, Ege Üniv., Su Ürünleri Fak. Yay. No: 50, Ders Kitabı No: 19, 276s.
- Karabulut, B., Demir, O., Çelik, M.Y. & Sönmez, A.Y. (2017).** Structural and economic analysis of trout breeding farms in Kastamonu province. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 321-333, (ICEBSS 2017 Özel Sayı).
- Karaman, Z. & Yüngül, M. (2015).** Karkamış baraj gölü'ndeki alabalık işletmelerinin yapısal ve biyoteknik yönden incelenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2, 29-43. DOI: [10.17693/yunusae.v15i21956.235765](https://doi.org/10.17693/yunusae.v15i21956.235765).
- Karataş, M., Sayılı, M. & Koç, B. (2008).** Sivas ili gökkuşuğu alabalığı işletmelerinin yapısal ve ekonomik analizi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 49-55.
- Kaya, A. & Şahin, T. (2016).** Rize ilinde organik alabalık yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal ve ekonomik analizi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(2), 229-237.
- Kocaman, E. (2011).** Gümüşhane ilinde gökkuşuğu alabalık işletmelerinin ekonomik analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye, 76s.
- Kocaman, E. & Sayılı, M. (2014).** Gümüşhane ilinde gökkuşuğu alabalık işletmelerinin ekonomik analizi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1), 36-45. DOI: [10.7161/anajas.2014.29.1.36](https://doi.org/10.7161/anajas.2014.29.1.36).
- Koç, B. (2007).** Sivas ili alabalık işletmelerinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye, 54s.
- Rad, F. (1999).** Türkiye'de gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin teknik ve ekonomik analizi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 129s.
- Rad, F. & Köksal, G. (2001).** Türkiye'deki gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin yapısal ve biyoteknik analizi. *Türk Veteriner ve Hayvancılık Dergisi*, 25, 567-575.
- Soylu, M. (1995).** Trakya bölgesi alabalık işletmelerinin ekonomik analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 12(3-4), 203-217.
- Uzmanoğlu, S. & Soylu, M. (2008).** Yene deresi (Balkaya/Kırklareli) üzerinde bulunan su ürünleri işletmelerinin ekonomik analizi. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(2), 164-173.
- Verep, B., Hasanoğlu, H. & Mutlu, T. (2017).** Alabalık çiftlikleri atık sularının bırakıldığı akarsuyun fizikokimyasal su kalitesine etkileri üzerine bir durum çalışması. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Dergisi*, 2(2), 38-42.
- Yeşilayer, N. & Gören, M.H. (2013).** Tokat'ta alabalık yetiştiriciliği yapan karasal işletmelerin yapısal ve biyo-teknik analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 41-51. DOI: [10.13002/jafag184](https://doi.org/10.13002/jafag184).
- Yıldırım, A. (2013).** Isparta ilinde alabalık işletmelerinin zootekni, ekonomi ve kırsal kalkınma açısından incelenmesi üzerine bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 76s.
- Yıldız, M. & Şener, E. (2003).** Karadeniz Bölgesi'ndeki gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal analizi ve biyo-teknolojik özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 29(2), 241-252.



Phenotypic, Phylogenetic Characterization and Antimicrobial Susceptibility Determination of *Chryseobacterium piscicola* Isolates Recovered from Diseased Rainbow Trout

Izzet Burcin Saticioglu^{1*} Soner Altun² Muhammed Duman²

¹ Erciyes University, Faculty of Veterinary Medicine, Aquatic Animal Diseases Department, Kayseri, Turke

² Bursa Uludağ University, Faculty of Veterinary Medicine, Aquatic Animal Diseases Department, Bursa, Turkey

Geliş/Received: 12.10.2020

Kabul/Accepted: 16.11.2020

How to cite: Saticioglu, I.B., Altun, S. & Duman, M. (2020). Phenotypic, Phylogenetic Characterization and Antimicrobial Susceptibility Determination of *Chryseobacterium piscicola* Isolates Recovered from Diseased Rainbow Trout. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 624-629.

Atıf yapmak için: Saticioglu, I.B., Altun, S. & Duman, M. (2020). Hastalık Semptomları Gösteren Gökkuşuğu Alabalıklarından İzole Edilen *Chryseobacterium piscicola* İzolatlarının Fenotipik, Filogenetik Karakterizasyonu ve Antimikrobiyal Duyarlılıklarının Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 624-629.

<https://orcid.org/0000-0002-2721-3204>
 <https://orcid.org/0000-0001-9096-875X>
 <https://orcid.org/0000-0001-7707-2705>

Abstract: Twelve *Chryseobacterium piscicola* isolates recovered from rainbow trout weighing 1-4 grams showing signs of anorexia, exophthalmos, darkening, and dorsal fin erosion were used in our study. In addition to conventional microbiological tests, comprehensive phenotypic characterization has been performed using the Biolog GENIII microplate. Molecular identification and characterization were performed using the 16S rRNA region. Antimicrobial susceptibilities of the isolates were determined using the Kirby-Bauer disk diffusion method. Our isolates were identified as *C. piscicola* in molecular identification performed by sequence analysis based on the 16S rRNA region. In a phylogenetic analysis of our isolates, obtained from three different hosts in America, Chile, and Finland, five genogroups were determined with high similarity rate. Isolates from Finland, Chile, the United States, and Turkey (only C-316) were found in the same genogroup. It was determined that the phylogenetic analysis created with the 16S rRNA region could not distinguish the host from which the bacteria was isolated. The phenotypic characterization of six representative isolates selected according to phylogenetic analysis was determined with the Biolog GENIII microplate. Based on the Biolog GENIII results of the representative isolates, the results of 40 out of 94 tests were found to be variable. With this result, it was found that *C. piscicola* isolates were not phenotypically homogeneous. Besides, it was found that the zone diameters of our isolates against florfenicol, enrofloxacin, and sulfamethoxazole/trimethoprim were higher than the other isolates, in addition to that C-41 was the most resistant isolate.

*Corresponding author's:
Izzet Burcin Saticioglu
Erciyes University, Faculty of Veterinary
Medicine, Aquatic Animal Diseases
Department, Kayseri, Turkey.
[✉: iburcinsat@gmail.com](mailto:iburcinsat@gmail.com)
Mobile telephone : +90 (506) 926 60 31
Fax : +90 (352) 337 27 40

Keywords: Antibiogram, *Chryseobacterium piscicola*, *Flavobacteriaceae*, Rainbow trout.

Hastalık Semptomları Gösteren Gökkuşuğu Alabalıklarından İzole Edilen *Chryseobacterium piscicola* İzolatlarının Fenotipik, Filogenetik Karakterizasyonu ve Antimikrobiyal Duyarlılıklarının Belirlenmesi

Öz: Çalışmamızda iştahsızlık, ekzoftalmus, renkte karar ve sırt yüzgeci erozyonu bulgularını gösteren 1-4 gram ağırlıkları arasında gökkuşuğu alabalıklarından izole edilen oniki adet *Chryseobacterium piscicola* izolat kullanılmıştır. Konvansiyonel mikrobiyolojik testlerin yanısıra Biolog GENIII mikroplate kullanılarak geniş kapsamlı fenotipik karakterizasyon yapılmıştır. 16S rRNA bölgesi kullanılarak moleküler identifikasyon ve karakterizasyon yapılmıştır. Çalışmada kullanılan izolatların antimikrobiyal duyarlılıkları Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 16S rRNA bölgesine dayalı dizi analizi ile yapılan moleküler identifikasyonda izolatlarımız %99 oranında *C. piscicola* olarak tanımlanmıştır. İzolatlarımız ile Amerika, Şili ve Finlandiya'daki üç farklı konakçıdan elde edilen izolatlarla yapılan filogenetik analizde, beş farklı genogrup yüksek benzerlik oranı ile belirlenmiştir..

***Sorumlu yazar:**

Izzet Burcin Saticioglu
Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su
Hayvanları Hastalıkları Anabilim Dalı,
Kayseri, Türkiye.

✉: iburcinsat@gmail.com

Mobile telephone : +90 (506) 926 60 31

Fax : +90 (352) 337 27 40

Finlandiya, Şili ve ABD'den izole edilen izolatlar ve C-316 (Türkiye) izolatu aynı genogruba bulunmuştur. 16S rRNA bölgesi ile oluşturulan filogenetik analizin bakterinin izole edildiği konakçı ayrımının yapamadığı görülmüştür. Filogenetik analize göre seçilen altı temsili izolatu fenotipik özellikleri Biolog GENIII mikroplakası ile belirlenmiştir. Temsili izolatların Biolog GENIII sonuçlarına göre, 94 testin 40'ının sonuçlarının değişken olduğu bulunmuştur. Bu sonuçla, *C. piscicola* izolatlarının fenotipik olarak homojen bir yapıda olmadığı görülmüştür. Ayrıca çalışmamızda izolatlarımızın florfenikol, enrofloksasin ve sülfametoksazol/trimetoprime karşı oluşan zon çaplarının diğerlerine göre daha yüksek olduğu ve C-41'in en dirençli izolat olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Antibiyogram, *Chryseobacterium piscicola*, *Flavobacteriaceae*, Gökkuşluğu alabalığı.

INTRODUCTION

Economic loss due to fish diseases in aquaculture varies according to the farming conditions but varies between 10-40% on average. The *Flavobacteriaceae* family has an extensive ecological habitat. The species in this family can also cause diseases in invertebrates, amphibians, reptiles, birds, and even mammals. Among the species that cause infection in fish in the *Flavobacteriaceae* family, there are important species such as *Flavobacterium* spp., *Tenacibaculum* spp., and *Chryseobacterium* spp. (Hugo et al., 2020; Loch & Faisal, 2015). Until now, 120 different *Chryseobacterium* species have been reported (Parte, 2018). *Chryseobacterium* species are gram-negative, oxidase and catalase-positive, non-motile, colonies range from pale to a bright yellow color due to the presence of non-diffusible flexirubin type pigment. Colonies have not to display gliding or swarming motility. Members of the genus *Chryseobacterium* grow well on commercial media (such as Tryptic Soy Agar, Brain Heart Infusion agar, or Blood agar) ranged between 4-42°C incubation temperature (Hugo et al., 2020). It has been reported that *Chryseobacterium* species have been isolated from different clinical cases (pneumonia, peritonitis, surgical wound infections, burn wounds, eye infections, pneumonia in newborns) in human medicine (Holmes et al., 1984; Hugo et al., 2020; Kämpfer et al., 2009; Loch & Faisal, 2015; Vaneechoutte et al., 2007).

While *Chryseobacterium* spp. have not been reported as a pathogen for domestic animals, there are many reports from the aquatic ecosystem and aquatic animals. Infections caused by *Chryseobacterium* species such as *C. piscicola*, *C. chaponense*, *C. aahli*, *C. oncorhynchi*, and *C. joostei* in fish have increased in the last decade (Didinen et al., 2016; Hugo et al., 2020; Loch & Faisal, 2014; Loch & Faisal, 2015). There are not many studies on whether the detected *Chryseobacterium* species are the main cause of the disease. A limited number of studies, *C. balustinum*, *C. piscicola*, and *C. aahli*, have been reported to fulfill the Koch postulates, but there are no studies on other *Chryseobacterium* species. *C. piscicola* has been reported to cause mortalities in farmed Atlantic

salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Chile and Finland (Hugo et al., 2020; Ilardi et al., 2009; Ilardi et al., 2010; Loch et al., 2013).

Our study aimed to determine the detailed phenotypic, molecular, and antimicrobial susceptibilities of twelve *C. piscicola* isolates recovered from rainbow trout showing disease symptoms.

MATERIAL AND METHOD

Bacterial Isolate and Phenotypic Characterization: In our study, the bacteria were isolated from rainbow trout weighing 1-4 grams in the trout farm located in Aegean, Eastern Anatolia, and Central Anatolia region between 2013 and 2017, showing signs of loss of appetite, exophthalmos, darkening in color, and dorsal fin erosion. This research was approved by Bursa Uludag University, the Local Ethics Commission (report 2012-02/05)

In bacteriological isolation, Tryptone Yeast Extract Salts (TYES) agar was used, and the isolates were incubated at 15°C for 72 hours. Conventional microbiological tests such as colony morphology, gram staining, motility, oxidase, presence, or absence of flexirubin pigment, catalase activity were used in phenotypic identification of isolates (Ilardi et al., 2009). The morphological and biochemical profiles of isolates were determined using the Biolog GENIII microplate with 94 different tests. Unlike the manufacturer's protocol, the incubation temperature and time were modified to optimum growth values of *C. piscicola* (72 hours incubation at 15°C).

Antimicrobial Susceptibility Testing (AST): Antimicrobial susceptibility level was determined by the Kirby-Bauer Disk Diffusion test against amoxicillin (CT0061B, 25µg), oxytetracycline (CT0041B, 30µg), oxolinic acid (CT0181B, 2µg), sulfamethoxazole/trimethoprim (CT0052B, 25µg), enrofloxacin (CT0639B, 5µg), erythromycin (CT0020B, 15µg), and florfenicol (CT1754B, 30µg), Oxoid discs were

used for the test. *E. coli* ATCC 25922 was used as a quality control (QC) strain (CLSI, 2014). After incubation at 15 °C for 48-72h, the inhibition zone diameter of antibiotic discs was measured (Ilardi et al., 2009; Michel et al., 2005).

Molecular Identification and Characterization of *C. piscicola*: According to the manufacturer's instructions, the isolates' DNA was extracted with a spin column filtration method (QIAamp DNA mini kit). Identification and sequence analysis were performed using universal primers 27F (5'-AGA GTT TGA TCM TGG CTC 118 AG-3') and 1387R (5'-GGG CGG WGT GTA CAA GGC-3'), which amplified the 16S rRNA gene region of bacteria (Loch et al., 2013). The chromatograms obtained were aligned and compared with other isolates registered in the database using GenBank and BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) server in the National Center for Biotechnology Information (NCBI).

The sequences of our isolates and retrieved sequences from the NCBI database that was recovered from different fish species and countries, such as rainbow trout (Chile), Atlantic salmon (Chile and Finland), and brown trout (USA), were compared by a phylogenetic tree. Phylogenetic trees of all isolates were constructed based upon partial 16S rRNA sequences. The DNA sequences were aligned using the multiple alignment program of Bionumerics software (Applied Maths, Belgium). The phylogenetic tree was constructed by the unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA) method with 1000 bootstraps replicates using Bionumerics software (Saticioglu et al., 2018; Schloss & Westcott, 2011).

RESULTS AND DISCUSSION

The significance of *Chryseobacterium* infections in veterinary medicine is mostly limited to fish, though cases of hemorrhagic septicemia caused by *C. indologenes* were reported from both wild and captive leopard frogs and

bullfrogs (Hugo et al., 2020; Loch & Faisal, 2015). Hence, *Chryseobacterium* species represent emerging fish pathogens with a significant impact on fresh- and sea-water fisheries worldwide. However, only the pathogenicity of *C. aahli*, *C. piscicola*, and *C. balustinum* in fish was confirmed by experimental infection. *C. piscicola* was isolated from Atlantic Salmon with ulcerative skin and muscle lesions in Chile in the first (Ilardi et al., 2009). It was later found to occur in the diseased Atlantic salmon and hatchery-reared brown trout in Finland and the USA, respectively (Ilardi et al., 2010; Loch et al., 2013). In our study, *C. piscicola* isolates were recovered from rainbow trout, weighing between 1 and 4 g, showing disease signs such as exophthalmos, darkening in color, and dorsal fin erosion. Thus, the clinical signs are similar to the previous reports, and no mass mortality was observed in fish. With the earlier reports, our study supports the pathogenic characteristic of *C. piscicola* for rainbow trout.

Ilardi et al.(2009, 2010) were described the type strain of *C. piscicola* as a gram-negative, non-motile, catalase, oxidase, production of flexirubin pigments, and hydrolysis of gelatin and esculin positive, but tyrosine, agar, starch, and casein are negative. Based on the conventional microbiological test results in the present study, all isolates were found as gram-negative, non-motile, oxidase catalase, and production of flexirubin pigment positive. Phenotypic characteristics of six representative isolates selected according to phylogenetic analysis were determined by the Biolog GENIII microplate. This microplate analyzes a microorganism in 94 phenotypic tests: 71 carbon source utilization assays and 23 chemical sensitivity assays. We described the first time phenotypic fingerprint of *C. piscicola*. Based on Biolog GENIII results of representative isolates in 40 of 94 tests (including utilization of D-Cellobiose, D-Turanose, D-Salicin, D-Galactose, etc.) were found as a variable (Table 1). It was concluded that *C. piscicola* isolates seem to be phenotypically heterogeneous.

Table 1. Biolog GENIII results of representative six *C. piscicola* isolates.

	Dextrin	D-Maltose	D-Trehalose	D-Cellobiose	Gentiobiose	Sucrose	D-Turanose	D-Turanose	Positive Control	pH 6	pH 5
D-Raffinose	+	+	+	4/6	+	+	2/6	4/6	+	+	-
5/6	α-D-Lactose	D-Melibiose	β-Methyl-D-Glucoside	D-Salicin	N-Acetyl-D-Glucosamine	N-Acetyl-β-D-Mannosamine	N-Acetyl-DGalactosamine	N-Acetyl-Neuraminic Acid	1% NaCl	4% NaCl	8% NaCl
1/6	3/6	4/6	3/6	4/6	4/6	+	3/6	4/6	+	-	-
α-D-Glucose	D-Mannose	D-Fructose	D-Galactose	3-Methyl Glucose	D-Fucose	L-Fucose	L-Rhamnose	Inosine	1% Sodium Lactate	Fusidic Acid	D-Serine
+	+	+	3/6	4/6	2/6	4/6	+	5/6	+	-	-
D-Sorbitol	D-Mannitol	D-Arabinol	Myo-inositol	Glycerol	D-Glucose 6-PO4	D-Fructose6-PO4	D-Aspartic Acid	D-Serine	Troleandomycin	Rifamycin SV	Minocycline
3/6	4/6	4/6	4/6	4/6	+	+	-	-	5/6	+	-
Gelatin	Glycyl-L-Proline	L-Alanine	L-Arginine	L-Aspartic Acid	L-Glutamic Acid	L-Histidine	L-Pyrogutamic Acid	L-Serine	Lincomycin	Guamidine HCl	Niaproof 4
+	+	-	+	+	+	-	3/6	1/6	-	1/6	-
Pectin	D-Galacturonic Acid	L-Galactonic Acid Lactone	D-Gluconic Acid	D-Gluconic Acid	Glucuronamide	Mucic Acid	Quinic Acid	D-Saccharic Acid	Vancomycin	Tetrazolium Violet	Tetrazolium Blue
+	+	+	1/6	+	1/6	+	4/6	4/6	-	+	+
p-Hydroxy Phenylacetic Acid	Methyl Pyruvate	D-Lactic Acid Methyl Ester	L-Lactic Acid	Citric Acid	α-Keto-Glutaric Acid	D-Malic Acid	L-Malic Acid	Bromo-Succinic Acid	Nalidixic Acid	Lithium Chloride	Potassium Tellurite
-	4/6	+	5/6	4/6	1/6	2/6	1/6	-	3/6	-	-
Tween 40	γ-Amino-Butyric Acid	α-Hydroxy Butyric Acid	β-Hydroxy-D, LButyric Acid	α-Keto-Butyric acid	Acetoacetic Acid	Propionic Acid	Acetic Acid	Formic Acid	Astreptom	Sodium Butyrate	Sodium Bromate
+	3/6	1/6	2/6	-	1/6	-	+	-	+	-	-

+: All isolates are positive, -: All isolates are negative, x/y: Positive isolates/all isolates ratio.

Five different antimicrobial drugs have been licensed by the Ministry of Agriculture and Forestry to treat fish diseases in Turkey. Among these products, the most commonly used antimicrobials in aquaculture; florfenicol, oxytetracycline and sulfadiazine/trimethoprim. Numerous reports have been reported on the development of antimicrobial resistance in bacteria isolated from aquaculture (Balta et al., 2010; Balta et al., 2016; Duman et al., 2017; Durmaz et al., 2012; Onuk et al., 2017; Saticioglu et al., 2019). Aquatic and other environmental organisms play a significant role in developing, acquiring, and spreading antimicrobial resistance (Fletcher, 2015; Taylor et al., 2011). It has been reported that many species in the *Flavobacteriaceae* family isolated from fish and clinical cases in humans can grow even at high concentrations of antimicrobials (Verner-Jeffreys et al., 2017). However, there is no antimicrobial susceptibility determination and interpretation model for *Chryseobacterium* species in EUCAST and CLSI standards. In this context, we adapted the antimicrobial susceptibility test protocol to previous studies on *Chryseobacterium* species (Loch et al., 2013; Michel et al.,

2005). Different species in the *Chryseobacterium* genus have been reported resistant to tetracyclines, erythromycin, and linezolid, but susceptibility to vancomycin, clindamycin, or sulfamethoxazole-trimethoprim is found variable. It is assumed that *Chryseobacterium* species is intrinsically resistant to many antibiotics class, including polymyxins, aminoglycosides (streptomycin, gentamicin, and kanamycin), β -lactams (penicillins, cephalosporins, and carbapenems) and chloramphenicol (Hugo et al., 2020; Michel et al., 2005; Verner-Jeffreys et al., 2017). In previous studies using *C. piscicola* isolates, no antibiotic susceptibility characterization was determined. When the zone diameters of our isolates were examined, it was seen that the zone diameters of florfenicol, enrofloxacin, and sulfamethoxazole/trimethoprim were higher than the others (Table 2). C-41 was found to be the most resistant isolate. While the isolates have not assumed a major pathogen or primary pathogen in aquaculture, they have acquired resistance for many antimicrobials. This situation shows that antimicrobial resistance is not a major problem for only primary or well-known pathogens.

Table 2. Inhibition zones (mm) of isolates against selected antibiotics.

Isolate No	E 15 μ g	OA 2 μ g	SXT 25 μ g	AML 25 μ g	OT 30 μ g	FFC 30 μ g	ENR 5 μ g
C-28	12	10	15	6	15	16	20
C-41	0	0	15	3	0	0	10
C-46	20	0	15	18	5	10	10
C-48	12	15	17	10	13	18	21
C-49	8	12	13	10	10	15	15
C-50	13	12	17	7	10	18	17
C-54	20	20	10	20	5	20	20
C-55	10	13	12	10	16	20	19
C-56	15	0	12	22	7	20	10
C-316	13	13	15	10	15	20	20
C-356	13	10	13	10	10	0	0
C-357	10	5	15	0	12	0	17

E: erythromycin, OA: Oxolinic acid, SXT: Sulfamethoxazole/trimethoprim, AML: Amoxicillin, OT: Oxytetracycline, FFC: Florfenicol, ENR: Enrofloxacin

Our isolates were identified as *C. piscicola*, based on high index similarities with the 16S rRNA reference sequence registered to the GenBank database (similarity of each isolate was 99% and above). Each isolates sequence was registered in the GenBank database with accession numbers ranging from MW072838 to MW072849. The phylogenetic trees were constructed using the 16S rRNA gene sequences of other *C. piscicola* isolates from three different countries registered in the GenBank database. In this study, phylogenetic analysis of *C. piscicola* isolates recovered from different countries and hosts were determined for the first time. It was found that *Elizabethkingia meningoseptica*, which is in the *Flavobacteriaceae* family selected as an outgroup, showed a 93.4% similarity from *C. piscicola* isolates. Our isolates were assigned to five genogroups with a very high similarity ratio (Figure 1). The majority of the isolates were

in genogroup 2. Isolates from Finland, Chile, and the USA and C-316 (Turkey) were found the same in genogroup. In the phylogenetic analysis created with the 16S rRNA region, it was observed that the host where the bacteria was isolated could not be distinguished.

CONCLUSION

This study is the first in which comprehensive phenotypic tests of *C. piscicola* were performed, and its antimicrobial susceptibilities were determined. *C. piscicola* isolates are phenotypically heterogeneous, as seen from detailed phenotypic tests on representative isolates that differ phylogenetically. Besides, this study showed that the 16S rRNA region of *C. piscicola* is insufficient to distinguish between host and geographic regions.



Figure 1. The phylogenetic tree of *C. piscicola* isolates based on the 16S rRNA gene sequence.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by The Research Fund of Erciyes University. Project Number: TCD-2018-8586.

REFERENCES

- Balta, F., Sandalli, C., Kayis, S. & Ozgumus, O.B. (2010).** Molecular analysis of antimicrobial resistance in *Yersinia ruckeri* strains isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) grown in commercial fish farms in Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, **30**(6), 211-219.
- Balta, F., Dengiz Balta, Z., Özgümmüş, O.B. & Çağırğan, H. (2016).** The Antimicrobial resistance and investigation of *Yersinia ruckeri* from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms in the Eastern Black Sea Region. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **1**(3), 72-76.
- CLSI. (2014).** Performance standards for antimicrobial susceptibility testing of bacteria isolated from aquatic animals; second informational supplement. CLSI document VET03/04-S2. *Clinical and Laboratory Standards Institute*, PA.
- Didinen, B.I., Onuk, E.E., Ozturk, T., Metin, S., Meryem, Ö.Z., Cayli, Ö. & Kubilay, A. (2016).** First report of *Chryseobacterium* sp. from koi (*Cyprinus carpio*) in Turkey. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, **68**, 1-8.
- Duman, M., Saticioglu, I.B., Buyukekiz, A.G., Balta, F. & Altun, S. (2017).** Molecular characterization and antimicrobial resistance profile of atypical *Citrobacter gillenii* and *Citrobacter* sp. isolated from diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, **10**, 136-142.
- Durmaz, Y., Onuk, E.E. & Ciftci, A. (2012).** Investigation of the presence and antibiotic susceptibilities of *Flavobacterium psychrophilum* in rainbow trout farms (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in The Middle and Eastern Black Sea Regions of Turkey. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg*, **59**, 141-146.
- Fletcher, S. (2015).** Understanding the contribution of environmental factors in the spread of antimicrobial resistance. *Environmental Health and Preventive Medicine*, **20**(4), 243-252.
- Holmes, B., Owen, R. J., Steigerwalt, A.G. & Brenner, D.J. (1984).** *Flavobacterium gleum*, a new species found in human clinical specimens. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **34**(1), 21-25.
- Hugo, C., Bernardet, J.F., Nicholson, A. & Kämpfer, P. (2020).** *Chryseobacterium*. In B. H. and S. D.

- W.B. Whitman, F. Rainey, P. Kämpfer, M. Trujillo, J. Chun, P. DeVos (Ed.), *Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria* (1–107pp). Wiley & Sons.
- Iardi, P., Fernandez, J. & Avendaño-Herrera, R. (2009).** *Chryseobacterium piscicola* sp. nov., isolated from diseased salmonid fish. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **59**(12), 3001-3005.
- Iardi, P., Abad, J., Rintamäki, P., Bernardet, J. & Avendaño-Herrera, R. (2010).** Phenotypic, serological and molecular evidence of *Chryseobacterium piscicola* in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Finland. *Journal of Fish Diseases*, **33**(2), 179-181.
- Kämpfer, P., Vaneechoutte, M., Lodders, N., De Baere, T., Avesani, V., Janssens, M., Busse, H.J. & Wauters, G. (2009).** Description of *Chryseobacterium anthropi* sp. nov. to accommodate clinical isolates biochemically similar to *Kaistella koreensis* and *Chryseobacterium haifense*, proposal to reclassify *Kaistella koreensis* as *Chryseobacterium koreense* comb. nov. and emended d. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **59**(10), 2421-2428.
- Loch, T.P., Fujimoto, M., Woodiga, S.A., Walker, E.D., Marsh, T.L. & Faisal, M. (2013).** Diversity of Fish-Associated Flavobacteria of Michigan. *Journal of Aquatic Animal Health*, **25**(3), 149-164.
- Loch, T.P. & Faisal, M. (2014).** *Chryseobacterium aahli* sp. nov., isolated from lake trout (*Salvelinus namaycush*) and brown trout (*Salmo trutta*), and emended descriptions of *chryseobacterium ginsenosidimutans* and *chryseobacterium gregarium*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **64**(5), 1573-1579.
- Loch, T.P. & Faisal, M. (2015).** Emerging flavobacterial infections in fish: a review. *Journal of Advanced Research*, **6**(3), 283-300.
- Michel, C., Matte-Tailliez, O., Kerouault, B. & Bernardet, J.F. (2005).** Resistance pattern and assessment of phenicol agents' minimum inhibitory concentration in multiple drug resistant *Chryseobacterium* isolates from fish and aquatic habitats. *Journal of Applied Microbiology*, **99**(2), 323-332.
- Onuk, E.E., Tanriverdi, Ç.Y., Çoban, A.Y., Ciftci, A., Balta, F., Didinen, B.I. & Altun, S. (2017).** Determination of antimicrobial susceptibility patterns of fish and rearing water originated *Aeromonas* isolates. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **64**(1), 69-73.
- Parte, A.C. (2018).** LPSN—List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature (bacterio. net), 20 years on. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **68**(6), 1825-1829.
- Saticioglu, I.B., Duman, M. & Altun, S. (2018).** Antimicrobial resistance and molecular characterization of *Pantoea agglomerans* isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Microbial Pathogenesis*, **119**, 131-136.
- Saticioglu, I.B., Duman, M., Smith, P., Wiklund, T. & Altun, S. (2019).** Antimicrobial resistance and resistance genes in *Flavobacterium psychrophilum* isolates from Turkey. *Aquaculture*, **512**, 734293.
- Schloss, P.D. & Westcott, S.L. (2011).** Assessing and improving methods used in operational taxonomic unit-based approaches for 16S rRNA gene sequence analysis. *Applied and Environmental Microbiology*, **77**(10), 3219-3226.
- Taylor, N.G.H., Verner-Jeffreys, D.W. & Baker-Austin, C. (2011).** Aquatic systems: maintaining, mixing and mobilising antimicrobial resistance? *Trends in Ecology & Evolution*, **26**(6), 278-284.
- Vaneechoutte, M., Kämpfer, P., De Baere, T., Avesani, V., Janssens, M. & Wauters, G. (2007).** *Chryseobacterium hominis* sp. nov., to accommodate clinical isolates biochemically similar to CDC groups II-h and II-c. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, **57**(11), 2623-2628.
- Verner-Jeffreys, D.W., Brazier, T., Perez, R.Y., Ryder, D., Card, R.M., Welch, T. J. & Bartie, K.L. (2017).** Detection of the florfenicol resistance gene *floR* in *Chryseobacterium* isolates from rainbow trout. Exception to the general rule?. *FEMS Microbiology Ecology*, **93**(4), fix015.



Kültürü Yapılan Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*)'ndaki *Gyrodactylus* spp. Enfestasyonlarının Tedavisi

Fikri BALTA

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı, Zihni Derin Kampüsü, Fener Mah. 53100/Rize, Türkiye.

Geliş/Received: 18.10.2020

Kabul/Accepted: 04.12.2020

Atıf yapmak için: Balta, F. (2020). Kültürü Yapılan Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*)'ndaki *Gyrodactylus* spp. Enfestasyonlarının Tedavisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 630-635.

How to cite: Balta, F. (2020). Treatment of *Gyrodactylus* spp. Infestations in Cultured Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 630-635.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1823-5823>

***Sorumlu yazarın:**

Fikri BALTA

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Hastalıklar Anabilim Dalı, Zihni Derin Kampüsü, Fener Mah. 53100/Rize, Türkiye.

✉: fikri.balta@erdogan.edu.tr

Cep telefonu : +90 (532) 427 64 89

Telefon : +90 (464) 223 33 85-1436

Faks : +90 (464) 223 41 18

Öz: Bu çalışmada, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki üç farklı balık çiftliğinde hastalıklı balıkların paraziter muayenesi aylık olarak gerçekleştirilmiştir. Hastalıklı balıkların deri ve solungaç epitelinden alınan kazıma örnekleri mikroskopik olarak incelenmiştir. Mikroskopik muayenede birey başına solungaçlarda 3-8 adet ve deride 1-15 adet *Gyrodactylus* spp. parazitinin varlığı tespit edilmiştir. Hastalıklı balıkların derisinde parazit tahrişi ve zemine sürtünme nedeniyle pul kaybı ve dejenerasyon görülmüştür. Hastalığın kronik evresinde deride ülserli bölgelerin varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca, kronik vakalarda deri üzerinde gözle görüldüğü gibi kazıma preparatlarında mikroskopik olarak mantar hifalarına da rastlanılmıştır. Enfestasyonun tedavisi için formaldehit, kloramin-T, formaldehit+kloramin-T, potasyum permanganat, hidrojen peroksit ve tuz gibi kimyasal maddeler değişik konsantrasyonlarda kullanılmıştır. Karadeniz alabalığındaki *Gyrodactylus* spp. enfestasyonunun tedavisinde tuz ve hidrojen peroksit banyolarının etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Karadeniz alabalığı, *Gyrodactylus* spp., formaldehit, hidrojen peroksit, tuz.

Treatment of *Gyrodactylus* spp. Infestations in Cultured Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*)

***Corresponding author's:**

Fikri BALTA

Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Fisheries, Department of Fisheries, Department of Diseases, Zihni Derin Campus, Fener Mah. 53100 / Rize, Turkey

✉: fikri.balta@erdogan.edu.tr

Mobile telephone : +90 (532) 427 64 89

Telephone : +90 (464) 223 33 85-1436

Fax : +90 (464) 223 41 18

Abstract: In this study, it was monthly carried out parasitic examination the diseased fish in the three different fish farms in the Eastern Black Sea Region of Turkey. Scraping samples taken from the skin and gill epithelium of the diseased fish have been examined microscopically. Microscopic examination has been detected the presence of *Gyrodactylus* spp. on the gills 3-8 and skin 1-15 per individual. It has been observed lose scale and degenerations on the skin of the diseased fish due to parasite irritation and rubbing against the ground. It has been detected the present of ulcerated areas on the skin in the chronic phase of the disease. Besides, it has been defined also microscopically in scraping preparations as seen fungal hyphae on the skin in chronic cases. Different chemicals such as formaldehyde, chloramine-T, formaldehyde+chloramine-T, potassium permanganate, hydrogen peroxide and salt were used in different concentrations for the treatment of *Gyrodactylus* spp. infections. Salt and hydrogen peroxide baths were found to be effective in the treatment of *Gyrodactylus* sp. infestation in Black Sea trout.

Keywords: Black sea trout, *Gyrodactylus* spp., formaldehyde, hydrogen peroxide, salt.

GİRİŞ

Dünya nüfusundaki hızlı artışa paralel olarak insan tüketimine sunulan hayvansal protein ihtiyacını da hızla

artırmaktadır. Sucul çevredeki kirlilik, küresel iklim değişiklikleri ve aşırı av baskısı sonucunda doğal

kaynakların azalması nedeniyle son 30 yılda yetiştiricilik yoluyla balık üretimini artırıldığı görülmektedir. Kara denizdeki balık çiftliklerinde gökkuşağı alabalığına alternatif tür olarak Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) yetiştiriciliği yapılmaya çalışılmaktadır. Balık çiftliklerinde birim hacimden fazla üretim yapmak için havuzlarda veya kafeslerde balıkların aşırı stoklaması nedeniyle bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Bu aşırı stoklanma, su kalitesinde meydana gelen olumsuz değişimler balıklarda strese neden olmakta ve hastalıkların ortaya çıkmasını tetiklemektedir (Önalın, 2019). Akuakültürde su kalitesinin olumsuz yönde değişmesine paralel olarak hastalık sorunlarının genellikle viral, bakteriyel, paraziter ve mantar hastalıklarından kaynaklandığı, özellikle protozoan ve metazoan ektoparazitlerden muzdarip olduğu bildirilmektedir. Karadeniz alabalıklarında parazitlerin enfestasyonlara neden olarak önemli ekonomik kayıplara yol açtığı bildirilmiştir. Monogenean parazitlerin hayat evresi diğer parazitlerin aksine kapalı bir sistemde tek bir konakçı üzerinde kolayca tamamlayabildiği bildirilmiştir (Toney & Hargis, 1991).

Karasal havuzlarda, baraj göllerinde ve deniz ortamında kültürü yapılan balıklarda deri ve solungaçlarında yaygın bir şekilde monogenean parazit enfestasyonları bildirilmiştir (Özer vd., 2011). Doğal ortamda bir tür, cins ya da aile ile sınırlı olan monogeneanların çoğu dar bir konakçı hassasiyetine sahip olduğu bildirilmiştir. Şiddetli monogenean enfestasyonları genellikle hijyen şartları kötü ve bozulan su kalite (aşırı kalabalık, amonyak veya nitrit, pH değişimi, organik kirlilik veya düşük oksijen) göstergelerine bağlı olarak ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Thoney & Hargis, 1991). Monogenean parazitlerin böyle şartlar altında vivipar olarak hızla çoğalabildiği ve 24 saat kadar kısa bir zaman içinde iki katına çıktığı rapor edilmiştir (Noga, 2010).

Doğal ortamdan toplanan damızlık balıklardan elde edilen yumurtaların döllemesi ile Karadeniz alabalığı yetiştiriciliği Karadeniz Bölgesinde sınırlı sayıda çiftlikte üretilmektedir (Özer vd., 2011; Kurtoğlu & Çelikkale, 2016). Kültür ortamında Karadeniz alabalığı üretiminin sürdürülebilirliğini etkileyen ve piyasa değerini azaltan en önemli patojen gruplarından biri olan parazit enfestasyonları sorumludur. Karadeniz Bölgesi'nde son 10 yılda iç sularda porsiyonluk, baraj göllerinde ve deniz ortamında kiloluk (2-5 kg) ağırlığa ulaşabildiği ve piyasa değerinin her geçen gün arttığı görülmektedir. Yoğun yetiştiriciliğe bağlı Karadeniz alabalığı üretimindeki verimliliği etkileyen paraziter enfestasyonlarında önemli bir artış olduğu görülmektedir. Hastalık etkeninin erken dönemde teşhisi konulmadığı ve/veya tedavi edilmediği takdirde parazitik enfestasyonları %70 varan ölümler yüzünden ciddi ekonomik kayıplara neden olduğu tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde gökkuşağı alabalık üretiminde olduğu gibi karasal havuzlarda ve deniz ortamındaki ağ kafeslerde kültürü

yapılan Karadeniz alabalığında enfestasyona neden olan protozoan ve monogenean parazitler sürdürülebilir üretimi kısıtlamaktadır. Yaz aylarında su sıcaklığındaki artışa bağlı olarak su kalitesinde meydana gelen değişiklikler parazit enfestasyonlarının artışına sebep olmaktadır. Sürdürülebilir balık yetiştiriciliğini tehdit eden en önemli unsurların başında hastalık etkenleri geldiği, özellikle paraziter hastalık etkenleri tür çeşitliliği yanı sıra neden oldukları patojenite, değişik coğrafik bölgelere veya konakçılara taşınma potansiyeline fazlaca sahip olduğu bildirilmiştir. Hem tatlı ve hem de deniz ortamındaki balıklarda monogenean parazitlerden *Gyrodactylus* cinsine ait türler, gökkuşağı alabalıklarında olduğu gibi özellikle de Karadeniz bölgesindeki gökkuşağı alabalık çiftliklerinde en önemli patojenlerden biri olduğu ve ülkemizde bulunan *Gyrodactylus* faunası henüz bilinmediği, çeşitli balık türlerinde rapor edilmiş *Gyrodactylus* spp. türleri ile ilgili çalışmalar mevcut olduğu rapor edilmiştir (Özer vd., 2011; Balta & Dengiz Balta, 2018).

Dünya genelinde, bugüne kadar kültür balıkçılığında tespit edilen birçok monogenean ektoparazitler tespit edildiği bildirilmiştir. Sazan balıkları (*Cyprinus carpio*) ve Japonya altın balıkları (*Carassius auratus*) gibi süs balıklarının Avrupa'dan Amerika Birleşik Devletleri'ne nakledilmesi ile *Gyrodactylus cyprini* türünün taşındığı rapor edilmiştir. Norveç'e Baltık Denizi'ndeki Atlantik somon smoltları (*Salmo salar*) aracılığı ile *G. salaris*'in kontamine edildiği bildirilmiştir. Norveçte, monogenean olan ektoparazitlerin ilk defa bir kuluçka popülasyonuna bulaşarak bu balık stokları ile bölgesel nehirlerle taşındığı ileri sürülmüştür (Toney & Hargis, 1991). Gökkuşağı alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss*)'ında *G. colemanensis* ve *G. salmonis* varlığı rapor edilirken, farklı balıklarda *G. alexanderi*, *G. adspersi*, *G. avoloni* ve *G. bullatarudis* türlerin varlığı bildirilmiştir (Toney & Hargis, 1991). Gökkuşağı alabalığının hem kültür hem de doğal popülasyonlarında *G. derjavini*, *G. salaris*, *G. colemanensis*, *G. salmonis*, *G. arcuatus*, *G. nerkae* ve *G. masu* olmak üzere çeşitli türlere ait enfestasyonların varlığı rapor edildiği bildirilmiştir (Garcia vd., 2014). *Gyrodactylus salaris* enfestasyonu ilk bildirildiği 1970'li yıllardan günümüze kadar akuakültürde önemli ekonomik kayıplara sebep olduğu bilinmektedir. Dünya yetiştiricilik sektöründe, özellikle Avrupa ülkelerinde salmone yavru yetiştiriciliğinde %80-95'lik seviyelerinde ölümlere neden olan enfestasyonların milyon dolarlık maliyetlere varan ciddi kayıplara neden olduğu bildirilmiştir. Bölgemizde gökkuşağı alabalık çiftliklerinde alternatif tür olarak kültürü yapılan farklı boylardaki Karadeniz alabalığında toplu ölümlerin meydana geldiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, Trabzon ve Rize ilinde kültürü yapılan Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)'da enfestasyona neden olan monogenean parazitlerin varlığının

tespit edilmesi ve tedavide farklı kimyasal maddelerin değişik konsantrasyonlarının araştırılması amaçlanmıştır

MATERYAL VE METOT

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Rize (2) ve Trabzon (1) illerindeki 3 farklı balık çiftliklerinde yetiştiriciliği yapılan Karadeniz alabalıklarındaki hastalık vakalarındaki ölümlerin nedeni araştırılmıştır. Çalışma süresince bu çiftliklerden bir yıl (Mayıs 2019- Mayıs 2020) boyunca aylık olarak hastalık belirtisi gösteren ve sağlıklı görünen Karadeniz alabalıklarından 10'ar adet olmak üzere toplam 720 adet balık örnekleri üretici tarafından Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Hastalıklar Laboratuvarı'na getirilmiştir. Bu balıklar parazit enfestasyonları yönünden mikroskopik olarak muayene edilmiştir. Balık örnekleri yüksek dozda pheksoyethanol ile ötanazi yapıldıktan sonra deri ve solungaçlardan ayrı ayrı lamel yardımı ile kazıntılar alınmıştır. Lam üzerine bir damla su damlatılıp kazıntı lameli lam üzerine kapatılmış ve ışık mikroskobu altında 10'luk objektif ile muayene edilmiştir. Balıkların solungaçları bir makas yardımı ile kesilip çıkartılarak ıslak cam bir petri içinde stereo mikroskop ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan mikroskopik muayenelerde tespit edilen *Gyrodactylus* spp.'nin resimleri çekilmiştir. Parazitin tür tayinin genetik olarak daha sonraki çalışmalarda yapılmak üzere %70 alkolde -20°C stoklanmıştır. Balıkların deri ve solungaçlarının toplam alanında başka hiçbir parazite rastlanılmamıştır. Karadeniz alabalıklarının deri ve solungaç örneklerinde mikroskopik olarak tespit edilen parazitlerin görünümüne göre tanımlanması yapılmıştır (Timur & Timur, 2003; Noga, 2010).

Trabzon ilindeki işletmede *Gyrodactylus* spp. hastalık vakası çıktığında tedavisi için kuluçkahanede sürekli akan kaynak suyu yavru tanklar kullanılarak deneme grupları oluşturulmuştur. Biri kontrol olmak üzere farklı kimyasalların her biri için 4 değişik konsantrasyonda deneme grupları oluşturulmuştur. Deneme grupları iki tekerrür olarak çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan kimyasalların farklı dozlarına balıklar değişik sürelerde maruz bırakılmıştır. Muayene edilen ve parazit tespit edilen 90±20 gr ağırlığında 1000 adet hastalıklı balıklar bir tankta toplanmıştır. Balıkların 7 gün adaptasyonu sağlanmıştır. Deneme grupları için 20'er adet balık stok tankında rastgele seçilerek 80 l'lik tanklara yerleştirilmiştir. Stok tanklarındaki ve deneme gruplarındaki balıklar vücut ağırlığının % 0,5'i oranında deneme sonrası en az 5 saat geçtikten sonra ticari yemle günde bir kez beslenilmiştir. Balık çiftliklerinde protozoan parazitlerin tedavisinde kullanılan formaldehit ve kloramin-T *Gyrodactylus* spp. ile enfekte balıkları tedavi etmek için kullanılmıştır (Balta & Dengiz Balta, 2017; 2018). Tedavi amacı ile formaldehit,

kloramin-T, formaldehit + kloramin-T, potasyum permanganat, hidrojen peroksit ve tuz olmak üzere 5 farklı kimyasal madde çalışılmıştır. Bu kimyasalların 4'er farklı konsantrasyon ve dört farklı zaman (15, 30, 45 ve 60 dakika) aralığında uygulanmıştır (Tablo 1). Uygulama esnasında deneme süresince havuz suyu kesilerek denemeler banyo şeklinde gerçekleştirilmiştir. Deneme öncesi Hach-Lange portatif proba havuz suyu sıcaklığı, pH'sı, çözülmüş oksijen miktarı ve iletkenliği elektrometrik olarak ölçülmüştür. Deneme havuzlarından alınan su örneklerinin toplam sertliği titrimetrik yöntemle laboratuvarda ölçülmüştür.

BULGULAR

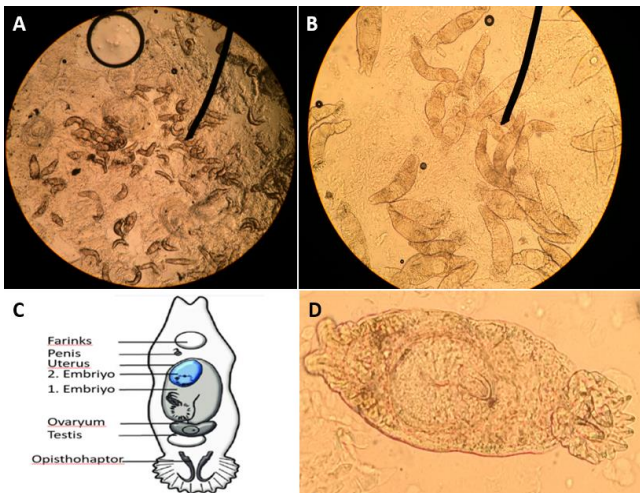
Doğu Karadeniz Bölgesindeki Karadeniz alabalığı çiftliklerinde örneklenen toplam 720 balığın 350'sinin (%48,61) *Gyrodactylus* spp. ile enfekte olduğu tespit edilmiştir. Trabzon ve Rize illerindeki çiftliklerde ölçülen su kalite parametreleri sırasıyla; su sıcaklığı 16,6±3,3°C, pH 7,25±0,51, çözülmüş oksijen 8,5±2,1 mg/l ve iletkenlik 61,6±1,7 µs/cm ölçülmüştür. Suyun toplam sertliği 33±2.3 mg/l değerleri arasında hesap edilmiştir.

Enfestasyona yakalanmış balıklarda dış belirti olarak; az sayıdaki (1-2 adet) parazit varlığında deri renginde bir değişiklik görülmezken, çok sayıda (5-85 adet) parazit varlığında derinin renginde hafif bir kararma görülmüştür. Hastalığın ileri vakalarında deri üzerinde dejenerasyon ve hemorajiler tespit edilmiştir. Deri ve solungaç lamellerinden sürüm preparatları hazırlanırken çok aşırı bir mukus tabası ile kaplanmış olduğu tespit edilmiştir. Parazit sayısının fazla olduğu vakalarda balıklarda deri üzerinde açık yaralar (ülser) gözlenmiştir. Balıkların deri üzerinde sürümeye ve irritasyon neden ile oluşan pul dökülmesine bağlı yamalı görünüm varlığı görülmüştür. Hasta balıkların yüzgeç ışınlarının (özellikle kuyruk yüzgeci) eridiği ve döküldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, bazı ileri vakalarda mantarlaşmış bölgelere de rastlanmıştır. Hasta balıkların havuz kenarlarında toplandıkları ve suyun yüzeyine yakın olarak yüzdükleri tespit edilmiştir. Su debisinin yüksek olduğu havuzlardaki hasta balıklar suyun çıkışında halsiz olarak ızgarada toplandıkları tespit edilmiştir. Yapılan mikroskopik muayene sonucunda deri kazıntılarında 1-85 adet, solungaç lamellerinde 1-2 adet, yüzgeçlerde ise nadiren 1-5 adet *Gyrodactylus* spp.'nin varlığına rastlanılmıştır (Şekil 1). Parazitin başı iki loblu ve göz lekelerinden yoksun olduğu, karın bölgesinde bir çift kanca sahip embriyo gelişimi (vivipar), arka kısımda tutunmaya yarayan 16 marjinal çengel ve merkezi bir çift kancaya sahip opisthaptor kısmının varlığı mikroskopik muayenede tespit edilmiştir (Timur & Timur, 2003; Noga, 2010; Balta & Dengiz Balta, 2018). *Gyrodactylus* spp.'nin şematize şekli ve mikroskopik görünümü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Balıkların derisinde pul dökülmesi ve koyulaşma, kuyruktaki dejenerasyon (A, B, C, D, E, F, G), kuyruk sapında mantarlaşma (D), deride kızarıklık ve dejenerasyon (H).

Figure 1. Darkening and scaling of the fish skin, degeneration in the tail (A, B, C, D, E, F), fungus on the tail peduncle (D), redness and degeneration of the skin (H).



Şekil 1. *Gyrodactylus* cinsine ait bireylerin farklı objektiflerde (x4, x10 ve x40) mikroskopik (A, B, D) ve şematize görünümü (C).

Figure 1. Microscopic (A, B, D) and schematic view (C) of individuals belonging to the genus *Gyrodactylus* in different lenses of the microscope (x4, x10 and x40).

Karadeniz alabalıklarındaki *Gyrodactylus* enfestasyonunun tedavisi amacıyla kurulan deneme gruplarından kontrol grubunda %50'lik ölüm meydana gelirken, deneme grupları kendi aralarında kıyaslandığında formaldehit grubunda 0,10 ml/l dozunda (60 dak.) en yüksek mortalite (%35) gözlenirken, 0,25 mg/l dozunda (15 dak.) ise en düşük mortalitenin (%25) meydana geldiği tespit edilmiştir. Kloramin-T grubunda 5 mg/l dozunda (60 dak.) ise en düşük mortalitenin (%25) meydana geldiği tespit edilmiştir. Kloramin-T grubunda 5 mg/l dozunda (60 dak.) ise en yüksek mortalite (%40) gözlenirken, 20 mg/l dozunda (15

dak.) ise en düşük mortalitenin (%20) meydana geldiği tespit edilmiştir. Her iki grupta deneme sonunda balıkların üzerinde canlı *Gyrodactylus* cinsi parazitin varlığı tespit edilmiştir. Her iki kimyasal farklı karışımli deneme grubunda ise 0,10 ml/l formaldehit + 5 mg/l kloramin-T (60 dak.) %40 ölüm oluşmasına karşın, 0,25 ml/l formaldehit + 20 mg/l kloramin-T (15 dak.) en düşük ölüm meydana geldiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, potasyum permanganatın farklı konsantrasyon ve sürelerdeki uygulama sonrasında parazit sayısında bir azalmanın olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada en iyi hidrojen peroksit ve tuz banyolarının yüksek dozları parazitin tamamen eradike edilmesine neden olduğu tespit edilmiştir. Hidrojen peroksit uygulamasında en iyi sonuç 75-100 mg/l konsantrasyonda (15-30 dak.) %10-15 mortalite oluşmasına karşın, deri kazıntılarında tespit edilen parazitlerin ölmüş olduğu belirlenmiştir. Hidrojen peroksidin bu dozlarda saha çalışmalarında uygulandığında gayet etkili olduğu ve balıkların uzun süre *Gyrodactylus* istilasına uğramadığı tespit edilmiştir. Tuz banyolarında 10 mg/l konsantrasyonda parazit sayısında azalma olmasına karşın, 15-20 mg/l (%15-20) dozlarının (15-30 dak.) %10-20 oranında ölüm meydana getirdiği ve deri kazıntılarında yapılan muayenelerde parazitlerin ölmüş oldukları belirlenmiştir. *Gyrodactylus* enfestasyonunun tedavisinde kullanılan kimyasal maddelerin farklı konsantrasyon ve sürelerdeki etkinliği Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Gyrodactylus* enfestasyonunun tedavisinde farklı kimyasalların etkinliği (Formaldehit, Kloramin-T, Potasyum permanganat, Hidrojen peroksit ve Tuz)

Table 1. Effectiveness of different chemicals (Formaldehyde, Chloramine-T, Potassium permanganate, Hydrogen peroxide and Salt) in the treatment of *Gyrodactylus* infestation.

Deneme Grupları	Kimyasalın Dozu (mg/l)	US ve Süre (Gün x Dakika)	Tekkerrür & BS	ÖBS (%)	KPE
Kontrol	0	60 x 5	2 x 20	%50	++++
	0,10	60 x 5	2 x 20	%35	++++
	0,15	45 x 5	2 x 20	%30	++++
	0,20	30 x 5	2 x 20	%20	+++
	0,25	15 x 5	2 x 20	%25	+++
Kloramin-T	5	60 x 5	2 x 20	%40	++++
	10	45 x 5	2 x 20	%35	++++
	15	30 x 5	2 x 20	%25	+++
	20	15 x 5	2 x 20	%20	+++
	0,10 + 5	60 x 5	2 x 20	%40	++++
F + Kl-T	0,15 + 10	45 x 5	2 x 20	%35	++++
	0,20 + 15	30 x 5	2 x 20	%20	+++
	0,25 + 20	15 x 5	2 x 20	%15	++
	1	60 x 5	2x20	%40	++++
	3	45 x 5	2x20	%35	++++
KMnO ₄	6	30 x 5	2x20	%25	+++
	9	15 x 5	2x20	%20	+++
	25	60 x 5	2 x 20	%25	++
	50	45 x 5	2 x 20	%15	+
	75	30 x 5	2 x 20	%5	-
H ₂ O ₂	100	15 x 5	2 x 20	%10	-
	5	60 x 5	2 x 20	%35	+++
	10	45 x 5	2 x 20	%25	++
	15	30 x 5	2 x 20	%20	-
	20	15 x 5	2 x 20	%10	-

US: Uygulama sayısı, BS: Balık sayısı, ÖBS: Ölen balık sayısı, KPE: Kimyasalın parazite etkisi, F + Kl-T: Formaldehit (%37) + Kloramin-T, (Bir balıktaki *Gyrodactylus* sayısı; +: 1-10, ++: 10-25, +++: 25-50, ++++: 50-100 adet).

US: Number of applications, BS: Number of fish, ÖBS: Number of fish killed, KPE: The effect of the chemical on the parasite, F + Kl-T: Formaldehyde (37%) + Chloramine-T, (Number of *Gyrodactylus* in a fish; +: 1-10, ++: 10-25, +++: 25-50, ++++: 50-100)

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesinde kültürü yapılan Karadeniz alabalıklarında monogenean parazit enfestasyonunun varlığı tespit edilmiştir. Mikroskopik muayenede parazitin çengelli opisthaptorü olması ve iç içe geçmiş çengelli genç parazitlerin karnın bölgesinde görülmesi parazitin *Gyrodactylus* cinsi olduğuna karar verilmesine rağmen tür seviyesinde parazitin tanımlanması gerçekleştirilememiştir. Monogenean parazitlerin tür düzeyinde identifikasyonları PZR yöntemi (Önalın vd., 2018) ile mitokondriyal sitokrom oksidaz 1 (CO1) ve Internal Transcribed Spacer (ITS) gen bölgelerine ait markırların kullanılması ile yapılabildiği bildirilmiştir (Hansen vd., 2003; Collins vd., 2010). *Gyrodactylus* cinsine ait parazitin PZR yöntemi kullanılarak daha sonraki bir çalışma ile genetik olarak tür seviyesinde tanımlanmasının yapılması düşünülmektedir.

Enfestasyonun çıktığı havuzlardaki Karadeniz alabalıklarının yoğun bir şekilde stoklanmış olduğu, balıkların bir arada sürü halinde ve zemine yakın yüzdükleri, yem ve dışkı atıkları ile kirlenen havuzların temizlenmemiş olduğu, özellikle yaz aylarında su sıcaklığındaki artışa paralel olarak parazit miktarındaki artışa bağlı olarak ölüm oranlarının da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özellikle ortam şartlarının kötüleştiği akuatik çevrelerde beslenen balıklarda *Gyrodactylus* cinsine ait parazitlerin istilasına bağlı olarak vakaların attığı bildirilmiştir (Timur & Timur, 2003). Karadeniz alabalıklarında yetersiz beslenme, düşük oksijen seviyesi, havuzlarda yoğun balık stoklanması, sürüdeki bireylerin birbirlerine saldırmaları, balık nakilleri, balıkların metabolik ürünleri, kimyasal ilaçların sık kullanılması, aydınlatmanın yetersiz olması, tuzluluk miktarında ve özellikle su sıcaklığındaki ani değişimlerin stres oluşturduğu ve hastalık yapıcı mikroorganizmalara hassas hale geldikleri rapor edilmiştir (Toney & Hargis, 1991; Dengiz Balta, vd., 2017).

Gökkuşığı alabalıklarda görülen protozoan parazit enfestasyonlarının tedavisinde formaldehit ve kloramin-T (Balta vd., 2008; Balta vd., 2009; Balta & Dengiz Balta, 2017; Kayış vd., 2015) başarı ile kullanılmasına rağmen, *Gyrodactylus* enfestasyonlarının tedavisinde etkili olmadığı rapor edilmiştir (Balta & Dengiz Balta, 2018). Karadeniz alabalıkların *Gyrodactylus* enfestasyonlarında formaldehit ve kloramin-T denemelerinin etkili olmadığı tespit edilmiştir. Bu kimyasalların doz ve süre artımı uygulama esnasında, özellikle ilaç uygulamasından sonraki ilk yemlemede yüksek miktarda ölümlere neden olduğu belirlenmiştir. Bu kimyasalların uygulanmasından sonraki yemlemenin 5 saatten önce yapılmaması gerektiği belirlenmiştir. *Gyrodactylus* spp.'in tedavisinde formaldehit banyosunun

%100 etkili olduğunun (Timur ve Timur, 2003; Schelkle vd., 2009) bildirilmesine rağmen, bu çalışmada beş günlük deneme sonunda etkili olmadığı belirlenmiştir. Uygulama sonrası yapılan mikroskopik muayenede deri kazıntılarında *Gyrodactylus* spp. sayısında azalma olmasına karşın, deneme grubunun hiçbirinde parazitin tamamen yok olmadığı belirlenmiştir. Norveç'deki bir çalışmada Atlantik somon çiftliklerinde *G. salaris* enfestasyonlarına karşı etkin bir kimyasal kullanılmadığı takdirde %100'lük bir ölüm oranı meydana geldiği ve doğal akarsulardaki doğal Atlantik somon yavrularında ölüm oranlarının %98'e çıkabildiği rapor edilmiş ve %85'lik bir ölüm ortalaması ile seyrettiği bildirilmiştir (OIE, 2018).

Bu çalışmada kullanılan hidrojen peroksitin 75-100 mg/l konsantrasyonda günde bir kez beş gün uygulamasının etkili olduğu tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada gökkuşığı alabalıklarında *Gyrodactylus* spp. tedavisinde 170, 280 ve 560 mg/l dozunda 30 dakika 5 gün uygulandığında %100 etkili olduğu rapor edilmiştir (Rach vd., 2000). Bu çalışmada % 15-20'lik tuz banyolarının etkili olmasının Buchmann, (1997)'deki çalışması ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonuçlarına göre Monogenean cinsi parazitlerin mikroskopik bakıda *Gyrodactylus* cinsi olduğu fakat tür seviyesinde isimlendirmenin yapılabilmesi için PZR yönteminin kullanılması gerektiği kanısına varılmıştır. Hastalığın kontrolünde ise hidrojen peroksit veya tuz banyolarının etkili olduğu belirlenmiştir. Saha çalışmalarında özellikle hidrojen peroksidin başarı ile kullanıldığında faydalı olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2017).** Kültürü yapılan Karadeniz alabalığı (*Salmo coruhensis syn. Salmo labrax*)'nda görülen bazı dış siliat protozoon parazit enfestasyonları ve tedavileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 2(1), 19-22.
- Balta, F. & Dengiz Balta, Z. (2018).** Kültürü yapılan gökkuşığı alabalıklar (*Oncorhynchus mykiss*)'nda *Gyrodactylus* spp. enfeksiyonu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 3(3), 141-144.
- 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., Kayis, S. & Dengiz Balta, Z. (2009).** Doğu Karadeniz Bölgesinde yetiştiriciliği yapılan gökkuşığı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) görülen costiasis enfestasyonu ve tedavisi.

- Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 5(1-2), 11-16.
- Buchmann, K. (1997).** Salinity tolerance of *Gyrodactylus derjavini* from rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 7, 123-125.
- Collins, C.M., Kerr, R., McIntosh, R. & Snow M. (2010).** Development of a real-time PCR assay for the identification of *Gyrodactylus* parasites infecting salmonids in northern Europe. *Diseases of Aquatic Organisms*, 90, 135-142. DOI: 10.3354/dao02201.
- Dengiz Balta, Z., Akhan, S. & Balta, F. (2017).** The physiological stress response to acute thermal exposure in Black Sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1814). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41, 400-406, DOI: 10.3906/vet-1606-32.
- Garcia, R.L., Hansen, A.G., Chan, M.M., & Sanders, G.E. (2014).** Gyrodactylid ectoparasites in a population of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 53(1), 92-97.
- Hansen, H., Bachmann, L. & Bakke, T.A. (2003).** Mitochondrial DNA variation of *Gyrodactylus* spp. (Monogenea, *Gyrodactylidae*) populations infecting Atlantic salmon, grayling, and rainbow trout in Norway and Sweden. *International Journal for Parasitology*, 33, 1471-1478. DOI: 10.1016/S0020-7519(03)00200-5
- Kayış, S., Er, A. & Balta, F. (2015).** Comparison of formalin treatment on the Çoruh trout (*Salmo coruhensis*) infested with *Ichthyobodo necator* and *Ichthyophthirius multifiliis*. *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 2(1), 47-52.
- Kurtoğlu, İ.Z. & Çelikkale, M.S. (2016).** Karadeniz alabalığının (*Salmo trutta labrax* L.) yetiştiriciliği ve balıklandırma potansiyeli. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 1(2), 48-55.
- Noga, E.J. (2010).** *Fish disease: diagnosis and treatment*. Monogenean infestation. 2nd edn. Wiley-Blackwell, Ames, 123-129pp.
- OIE, (2018).** *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals*. Chapter 2.3.3. Infection with *Gyrodactylus salaris*. http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/current/chapitre_gyrodactylus_salaris.pdf.
- Önalın, Ş., Tüncer, M. & Çevik, M. (2018).** Agent-Specific Primer and Probe Design Using Bioinformatic Methods in Bacterial Fish Diseases. *Journal of Natural Sciences Research*, 8(12), 50-55.
- Önalın, Ş. (2019).** Expression differences of stress and immunity genes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) with different bacterial fish diseases. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 71(1), 1-10.
- Özer, A., Öztürk, T., Çam, A. & Yılmaz, D. (2011).** Kapımızdaki potansiyel risk: *Gyrodactylus*. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 4(1), 11-18.
- Rach, J.J., Gaikowski, M.P. & Ramsay, R.T. (2000).** Efficacy of hydrogen peroxide to control parasitic infestations on hatcheryreared fish. *Journal of Aquatic Animal Health*, 12, 267-273. DOI: 10.1577/1548-8667(2000)012<0267:EOHPTC>2.0.CO;2
- Schelke, B., Shinn, A.P., Peeler, E. & Cable, J. (2009).** Treatment of gyrodactylid infections in fish. *Diseases of Aquatic Organisms*, 86, 65-75. DOI: 10.3354/dao02087
- Thoney, D.A. & Hargis W.J. (1991).** Monogenea (Platyhelminthes) as hazards for fish in confinement. *Annual Review of Fish Diseases*, 1, 133-153. DOI: 10.1016/0959-8030(91)90027-H
- Timur, G. & Timur, M. (2003).** *Balık hastalıkları*. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi yayınları. Rektörlük Yayın No: 4426, Su ürünleri yayın no:5. Dilek ofset, İstanbul. 273-275s.
- TUIK. (2018).** *Turkish Statistical Institute (TUIK) Fishery statistics 2018*. Ankara. [Accessed on 14 September 2018] <http://www.tuik.gov.tr>.



Assessment of Heavy Metals in Selected Fish Species from Markets in the Black Sea Region of Turkey

Mustafa TÜRKMEN* Buket ÖĞÜTCÜ

Giresun University, Faculty of Science & Arts, Department of Biology, 28100, Giresun, Turkey

Geliş/Received: 18.10.2020

Kabul/Accepted: 25.11.2020

How to cite: Türkmen, M. & Öğütçü, B. (2020). Assessment of heavy metals in selected fish species from markets in the Black Sea Region of Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 636-639.

Atıf yapmak için: Türkmen, M. & Öğütçü, B. (2020). Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'ndeki balık pazarlarından seçilmiş balık türlerindeki ağır metallerin değerlendirilmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 636-639.

*ID: <https://orcid.org/0000-0001-6700-5947>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-7716-4386>

*Corresponding author's:

Mustafa TÜRKMEN
Giresun University, Faculty of Science & Arts,
Department of Biology, 28100, Giresun,
Turkey.
✉: mturkmen65@hotmail.com
Mobile telephone : +90 (506) 855 45 06
Telephone : +90 (454) 310 40 09
Fax : +90 (454) 310 14 77

Abstract: The present study examined the heavy metal contaminants in the muscle tissues of various species of fish including *Sarda sarda* (bony fish), *Trachurus trachurus* (Atlantic horse mackerel), *Merlangius merlangus* (whiting fish), *Mullus barbatus* (red mullet), *Sardina pilchardis* (European pilchard), *Thunnus thynnus* (Turkish bluefin tuna), *Belone belone* (Garfish), *Engraulis encrasicolus* (anchovies), and *Scomber scomber* (mackerel) purchased from fish markets across Turkey's Eastern Black Sea region. The contaminants thus found included cobalt (Co): 0.01-0.16, manganese (Mn) 0.11-4.41, chromium (Cr): 0.51-2.30, cadmium (Cd): 0.08-0.10, copper (Cu): 0.26-1.18, lead (Pb): 0.10-0.57, nickel (Ni): 1.07-24.0, and zinc (Zn): 5.46-16.9 ppm. These toxin levels were compared with daily and weekly intake guidelines deemed safe for human consumption, and what was found was that these values were all below outlined levels with the exception of nickel. What can be concluded this that there currently is no hazard to human health with the exception of above normal nickel levels, as found in one species from one station.

Keywords: Fish, fish market, health, heavy metal, risk assessment.

Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'ndeki Balık Pazarlarından Seçilmiş Balık Türlerindeki Ağır Metallerin Değerlendirilmesi

*Sorumlu yazar:

Mustafa TÜRKMEN
Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat
Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 28100, Türkiye.
✉: mturkmen65@hotmail.com
Mobile telephone : +90 (506) 855 45 06
Telephone : +90 (454) 310 40 09
Fax : +90 (454) 310 14 77

Öz: Bu çalışma, Türkiye'nin doğu Karadeniz sahillerindeki balık pazarlarından satın alınan *Sarda sarda* (Palamut), *Trachurus trachurus* (İstavrit), *Merlangius merlangus* (Mezgit), *Mullus barbatus* (Barbunya), *Sardina pilchardis* (Sardalya), *Thunnus thynnus* (Orkinos), *Belone belone* (Zargana), *Engraulis encrasicolus* (Hamsi) ve *Scomber scomber* (Uskumru) gibi çeşitli balık türlerinin kas dokularındaki ağır metal kirleticileri inceledi. Bu şekilde bulunan kirleticiler arasında kobalt (Co): 0.01-0.16, manganez (Mn) 0.11-4.41, krom (Cr): 0.51-2.30, kadmiyum (Cd): 0.08-0.10, bakır (Cu): 0.26-1.18, kurşun (Pb): 0.10-0.57, nikel (Ni): 1.07-24.0 ve çinko (Zn): 5.46-16.9 ppm'dir. Bu toksin seviyeleri, insan tüketimi için güvenli kabul edilen günlük ve haftalık alım yönergeleriyle karşılaştırıldığında, nikel dışında, belirtilen seviyelerin altında olduğu görülmüştür. Bir istasyondan bir türde bulunan normalin üzerindeki nikel seviyeleri haricinde şu anda insan sağlığı için hiçbir tehlike olmadığı sonucuna varılabilir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, balık, balık marketleri, risk değerlendirmesi, sağlık.

INTRODUCTION

Marine organisms can accumulate heavy metals through respiration, adsorption, and ingestion (Zhou & Sequeria, 2001). Considering that seafood plays a key role

in many human diets, many researchers have thus studied metal contamination in various species of fish (Tüzen, 2003; Ikem, & Egiebor, 2005; Minganti et al., 2010; Bilandžić et

al., 2011; Türkmen & Dura, 2016; Afonso et al., 2018; Türkmen & Pınar, 2018). Heavy metals flowing into the marine ecosystems can harm both marine organism diversity as well as ecosystems, due to their toxic and accumulative properties (Sipahi et al., 2013; Akkan and Mutlu, 2016). Fish that generally accumulate contaminants from these ecosystems has been widely featured in studies involving food safety (Matta et al., 1999). Three fish markets and one supermarket were selected from Turkey's South Eastern Black Sea coastal region. These areas are densely populated by host of regional fish markets. Since the assessment of the contaminants at these sites is directly tied with regional public health, the present study aims to determine what metal contaminants are present in the in muscles of nine species of fish from the selected markets in question, as well as aims to evaluate whether these species are fit for human consumption by comparing them with the weekly and daily intake guidelines recommended by authorities.

MATERIAL AND METHOD

A total of 88 fish specimens from nine commercially valuable fish species, including *Sarda sarda* (SSR, bony fish), *Mullus barbatus* (MB, red mullet), *Engraulis encrasicolus* (EE, anchovies), *Trachurus trachurus* (TTR, Atlantic horse mackerel), *Merlangius merlangus* (MM, whiting fish), *Belone belone* (BB, Garfish), *Sardina pilchardis* (SP, European pilchard), *Scomber scomber* (SS, mackerel) and *Thunnus thynnus* (TT, Turkish bluefin tuna) were collected from three stations in the Turkish provinces of, Ordu (ORD: 40°58'N, 37°54'E), Giresun (GRS: 40°54'N, 38°24'E) and Trabzon (TRZ:

41°0'N, 39°42'E). Of these, *Sardina pilchardis* (SP), *Scomber scomber* (SS) and *Thunnus thynnus* (TT) were canned fish which obtained from a supermarket in Giresun. Approximately 0.5 g of muscle tissue from each specimen was dissected, washed, packed and stored at -18 °C.

Approximately 0.5 g muscles tissues from each fish were dissected, washed, homogenized, and digested as previously described (Türkmen, et al., 2009). Then the residue was diluted with deionized water in 50 ml volumetric flasks, followed by samples being filtered. The filtered samples were analyzed for their heavy metal levels using ICP-MS as per mg kg⁻¹ wet weight. Blanks were prepared in the laboratory in a similar manner to the field samples. Calibration standards were prepared from a multi-element standard. A Dorm-4 certified fish protein was used as the calibration verification standard. To test the differences between sites and fish species, one way ANOVA and following Post hoc test (Duncan) was performed (p<0.05).

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 outlines the contamination levels in the muscle tissues. What was revealed was that, across all of the fish species and stations, the metals uncovered were statistically significant in terms of level, with the exception of cadmium (p<0.05). The two metals that stood out in terms of their highest level were nickel and zinc. Conversely, the two metals that were deemed to be the lowest in terms of level of cobalt and cadmium. It appears that many researchers have previously reported similar situations (Türkmen & Akaydin, 2017; Carneiro et al., 2011; Gökkuş & Türkmen, 2016; Türkmen & Dura, 2016).

Table 2. Comparison of the findings in present study with other studies.

Tablo 2. Mevcut çalışmadaki bulguların diğer çalışmalarla kıyaslanması.

ST.	SP.	Chromium	Manganese	Cobalt	Nickel	Copper	Zinc	Cadmium	Lead
ORD	TTR	0.63±0.13 ^a	0.28±0.02 ^a	0.03±0.01 ^a	5.10±2.58 ^{ab}	0.63±0.06 ^{abcd}	6.66±0.56 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.16±0.01 ^a
	EE	0.55±0.01 ^a	0.59±0.09 ^a	0.03±0.00 ^a	1.62±0.08 ^a	0.55±0.26 ^{abcd}	16.9±4.26 ^b	0.09±0.01 ^a	0.19±0.04 ^a
	MM	0.55±0.05 ^a	0.21±0.01 ^a	0.02±0.00 ^a	2.42±0.94 ^a	0.26±0.02 ^a	8.26±0.48 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.16±0.02 ^a
	SSR	0.54±0.01 ^a	0.16±0.03 ^a	0.05±0.03 ^a	1.29±0.02 ^a	0.77±0.29 ^{abcd}	6.30±0.58 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.14±0.20 ^a
	MB	0.62±0.04 ^a	4.41±2.01 ^b	0.10±0.06 ^{ab}	2.66±0.50 ^a	0.33±0.03 ^{ab}	8.55±0.56 ^{ab}	0.08±0.00 ^a	0.13±0.01 ^a
GRS	SSR	0.57±0.03 ^a	0.23±0.06 ^a	0.01±0.00 ^a	1.07±0.00 ^a	1.16±0.28 ^{cd}	7.21±0.69 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.14±0.02 ^a
	MB	0.74±0.14 ^a	0.41±0.07 ^a	0.04±0.01 ^a	5.76±2.43 ^{ab}	0.39±0.02 ^{abcd}	8.30±1.15 ^{ab}	0.10±0.01 ^a	0.18±0.05 ^a
	EE	2.30±1.09 ^b	1.13±0.25 ^{ab}	0.16±0.08 ^b	21.2±6.83 ^b	1.03±0.26 ^{abcd}	14.1±2.18 ^{ab}	0.10±0.01 ^b	0.32±0.06 ^a
	TTR	0.53±0.01 ^a	0.20±0.03 ^a	0.02±0.00 ^a	1.08±0.01 ^a	0.54±0.08 ^{abcd}	7.29±0.92 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.13±0.01 ^a
	BB	0.61±0.03 ^b	0.86±0.20 ^a	0.04±0.01 ^a	1.10±0.03 ^a	0.47±0.12 ^{abcd}	11.0±1.70 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.33±0.11 ^a
TRB	MM	0.51±0.03 ^a	0.23±0.01 ^a	0.04±0.02 ^a	2.53±0.65 ^a	0.26±0.04 ^a	6.41±0.52 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.31±0.14 ^a
	SSR	0.70±0.06 ^a	0.13±0.00 ^a	0.02±0.00 ^a	4.75±1.38 ^{ab}	0.79±0.13 ^{abcd}	8.17±0.77 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.13±0.01 ^a
	EE	0.77±0.13 ^a	0.63±0.13 ^a	0.04±0.01 ^a	3.97±0.72 ^a	1.18±0.27 ^d	15.1±2.64 ^{ab}	0.10±0.00 ^a	0.33±0.12 ^a
	BB	0.51±0.03 ^a	0.13±0.02 ^a	0.02±0.01 ^a	1.22±0.03 ^a	0.37±0.06 ^{abc}	9.65±0.89 ^{ab}	0.10±0.00 ^a	0.25±0.08 ^a
	TTR	0.52±0.03 ^a	0.17±0.03 ^a	0.03±0.00 ^a	1.25±0.01 ^a	0.60±0.06 ^{abcd}	8.57±0.67 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.55±0.39 ^a
SMK	MM	0.51±0.05 ^a	0.45±0.16 ^a	0.04±0.01 ^a	1.60±0.32 ^a	0.69±0.32 ^{abcd}	9.42±3.29 ^{ab}	0.10±0.00 ^a	0.57±0.44 ^a
	MB	0.49±0.03 ^a	0.48±0.11 ^a	0.03±0.00 ^a	1.24±0.03 ^a	0.32±0.05 ^a	7.92±1.48 ^{ab}	0.09±0.00 ^a	0.17±0.03 ^a
	SP	0.88±0.07 ^{ab}	1.48±0.10 ^{ab}	0.04±0.01 ^a	4.87±0.45 ^{ab}	1.14±0.07 ^{bcd}	16.9±1.64 ^b	0.09±0.00 ^a	0.13±0.03 ^{ab}
	SS	0.63±0.04 ^a	0.17±0.04 ^a	0.01±0.00 ^a	5.03±0.01 ^{ab}	0.54±0.04 ^{abcd}	5.46±0.10 ^a	0.08±0.00 ^a	0.10±0.01 ^a
	TT	0.77±0.02 ^a	0.11±0.01 ^a	0.02±0.01 ^a	4.41±0.02 ^{ab}	0.45±0.04 ^{abcd}	7.37±0.02 ^{ab}	0.10±0.01 ^a	0.27±0.14 ^a

^aVertically, letters a, b and c show statistically significant differences among species (p<0.05). ST: Station, ^{SP}: Species, ^{ORD}: Ordu, ^{GRS}: Giresun, ^{TRB}: Trabzon, ^{SMK}: Supermarket, ^{MB}: *Mullus barbatus*, ^{EE}: *Engraulis encrasicolus*, ^{TTR}: *Trachurus trachurus*, ^{MM}: *Merlangius merlangus*, ^{SSR}: *Sarda sarda*, ^{BB}: *Belone belone*, ^{SP}: *Sardina pilchardis*, ^{SS}: *Scomber scomber*, ^{TT}: *Thunnus thynnus*.

The lowest levels were found in *M. barbatus* from the TRB station for Cr, in *T. thynnus* from the SMK station

for Mn, in *S. sarda* from the GRS station for Co and Ni, in *M. Merlangus* from the ORD station for Cu, and in *S.*

scomber from SMK station for Zn, Cd and Pb. On the contrary, the highest levels were found in *E. encrasicolus* from GRS station for Cr, Co and Ni, in *M. barbatus* from ORD station for Mn, in *E. encrasicolus* from TRB station for Cu, in *E. encrasicolus* from ORD station and *S. pilchardis* from SMK station for Zn, in *M. barbatus* and *E. encrasicolus* from GRS station, in *E. encrasicolus*, *T. trachurus* and *M. merlangus* from TRB station and in *T. thynnus* from SMK station for Cd; in *M. merlangus* from TRB station for Pb. Metal contamination in other fish species the literature were shown in Table 2. As can be seen from Table 3, cadmium levels in previous studies were greater than those measured in the present study. Cu, Cr, Co and Pb levels from İskenderun Bay were greater, but others were smaller than those featured in our study (Türkmen et al., 2005). Findings in fish from Turkish seas were greater for Co and Cu, and smaller for Cr, Mn and Ni than the present results, but similar at the same with the present study (Türkmen et al., 2008). Co, Cu and Zn levels in coastal Black Sea species were greater; however Cr and Ni levels were smaller than those of this study. On the other hand, levels of the remaining metals were similar with our findings (Topcuoğlu et al., 2002).

Findings from Black and Aegean Seas were greater than ours for Mn and Zn; however for the remaining metals, levels were comparably similar (Uluözlü et al., 2007). Metal levels in the muscle tissues of fish species from United Arab Emirates were compared with this study: Cu and Zn findings were greater, whilst the remaining metals were smaller in terms of level than the present results (Kosanovic et al., 2007). Metal contamination levels in fish species from the South Western Black Sea region were smaller for Cu, Mn and Ni, and greater for the remaining metals when compared with the findings of this study (Türkmen & Dura, 2016).

The daily and weekly intakes for fish species examined in the present study were estimated (Table 3). In Turkey, the average daily fish consumption is about 20 g per person (FAO, 2014), which is also equivalent to 140 g per person per week. The estimated weekly (EWI) and daily intakes (EDI) presented in Table 3 were calculated as previously described (Türkmen & Dura, 2016). The estimated weekly and daily intakes calculated in the present study were below the suggested intake guidelines with the exception of Nickel (FAO/WHO, 2004; EPA, 2014; WHO, 2014).

Table 2. Comparison of the findings in present study with other studies.

Table 2. Mevcut çalışmadaki bulguların diğer çalışmalarla kıyaslanması.

References/Regions	Cadmium	Cobalt	Chromium	Copper	Manganese	Nickel	Lead	Zinc
¹ South Eastern Black Sea	0.08-0.10	0.01-0.16	0.49-2.30	0.26-1.18	0.11-4.41	1.07-21.2	0.10-0.57	5.46-16.9
² Black Sea Coasts	<0.02-0.24	<0.05-0.40	<0.06-0.84	1.01-4.54	0.69-3.56	<0.01-2.04	<0.05-0.60	25.7-44.2
³ İskenderun Bay	0.34-2.49	0.53-2.85	1.14-3.29	0.64-2.98	0.73-2.64	1.18-8.15	1.33-4.15	1.85-6.33
⁴ United Arab Emirates	0.13-2.89	0.002-0.02	0.31-0.73	1.63-24.91	0.12-2.10	-	0.004-0.12	3.71-123
⁵ Black and Aegean Seas	0.45-0.90	-	0.95-1.92	0.73-1.83	1.28-7.40	1.92-5.68	0.33-0.93	37.4-106
⁶ Turkish Seas	0.02-0.37	0.04-0.41	0.04-1.75	0.32-6.48	0.10-0.99	0.02-3.97	0.33-0.86	4.49-11.6
⁷ South Western Black Sea	0.05-0.40	<0.01-0.06	0.02-0.43	0.92-4.13	0.06-1.26	0.14-3.74	0.25-4.58	3.47-32.1

¹This study; ²Topcuoğlu et al. 2002; ³Türkmen et al. 2005; ⁴Kosanovic et al. 2007; ⁵Uluözlü et al. 2007; ⁶Türkmen et al. 2008; ⁷Türkmen & Dura, 2016.

Table 3. Comparison of the findings in the present study with recommended intakes.

Table 3. Mevcut çalışmadaki bulguların tavsiye edilen alımlarla kıyaslanması.

Metal	PTWI ^a	PTWI ^b	PTDI ^c	EWI ^d (EDI) ^e
Cd	7 ^a	490	70	14 (2)
Co	-	-	-	22.4 (3.2)
Cr	-	-	-	322 (46)
Cu	3500 ^a	245000	35000	165 (23.6)
Ni	35 ^g	2450	350 ^f	3360 (480)
Mn	980 ⁱ	68600	9800 ^h	617 (88.2)
Pb	25 ^a	1750	250	79.8 (11.4)
Zn	7000 ^a	490000	70000	2366 (338)

^a(FAO/WHO, 2004).

^bPTWI for 70 kg adult person ($\mu\text{g}/\text{week}/70$ kg body weight).

^cPTDI, Permissible Tolerable Daily Intake ($\mu\text{g}/\text{day}/70$ kg body weight).

^dEWI, Estimated Weekly Intake in $\mu\text{g}/\text{week}/70$ kg body weight.

^eEDI, Estimated Daily Intake in $\mu\text{g}/\text{day}/70$ kg body weight.

^fWHO recommends a TDI (Tolerable Daily Intake) of 5 $\mu\text{g}/\text{day}/\text{kg}$ body weight, i.e. 350 $\mu\text{g}/\text{day}$ for a 70-kg person (WHO, 2014).

^gCalculated for a week ($\mu\text{g}/\text{week}/\text{kg}$ body weight)

^hEPA recommends a RfD (Reference Dose) of 0.14 $\text{mg}/\text{day}/\text{kg}$ body weight, i.e. 9800 $\mu\text{g}/\text{day}$ for a 70-kg person (EPA, 2014).

ⁱCalculated for a week ($\mu\text{g}/\text{week}/\text{kg}$ body weight)

^{*}Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) in $\mu\text{g}/\text{week}/\text{kg}$ body weight

^{**}Mean weekly fish consumption in Turkey is 0.14 kg per person (FAO, 2014).

CONCLUSION

Consequently, the present results provide important information on metal contaminations in fish from the investigated area, and possibly could provide us with a clearer picture of the region's overall environmental contamination situation. Furthermore, these findings can also be used in order to understand the chemical quality of the fish, as well as to evaluate the possible risks that associated with human consumption. As has been previously stated, PTWI and PTDI values in fish muscles were well below the recommended levels by authorities with the exception of nickel (FAO/WHO, 2004; EPA, 2014; WHO, 2014). In turn, the consumption of species from the Central and Western Black Sea regions currently does not appear to pose an overall problem to human health with the exception of nickel for *E. encrasicolus* from station GRS. On the other hand, in the future, the accumulation of nickel and remaining heavy metals in the examined species in this study can pose a possible risk for their consumption, if agricultural,

shipping, industrial, and recreational practices in the surrounding Black Sea region is not controlled.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank to Giresun University for financially supporting this study (Project No: FEN-BAP-C-220413-17).

REFERENCES

- Akkan, T., & Mutlu, C. (2016).** Determination of antibiotics resistance levels in *Enterobacteriaceae* isolated from Giresun Coasts. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *4*(8), 640-650.
- Afonso, A., Gutiérrez, Á., Lozano, G., González-Weller, D., Lozano-Bilbao, E., Rubio, C., M. Caballero, J., Revert, C., & Hardisson, C. (2018).** Metals in *Diplodus sargus cadenati* and *Sparisoma cretense* - a risk assessment for consumers. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*, 2630-2642.
- Bilandžić, N., Đokić, M., & Sedak, M. (2011).** Metal content determination in four fish species from the Adriatic Sea. *Food Chemistry*, *124*, 1005-1010.
- Carneiro, C.D., Marsico, E.T., de Jesus, E.F.O., Ribeiro, R.D.R., & Barbosa, R.D. (2011).** Trace elements in fish and oysters from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro-Brazil) determined by total reflection X-ray fluorescence using synchrotron radiation. *Chemistry and Ecology*, *27*, 1-8.
- EPA., U.S. (2014).** Environmental Protection Agency. Manganese compounds <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/manganes.html/> (21 Aralık 2014).
- FAO. (2014).** Fisheries and Aquaculture, Turkey. FAO of the United Nations. http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_turkey/ (21 Aralık 2014).
- FAO/WHO. (2004).** Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 1956–2003), (First through sixtyfirst meetings). ILSI Press International Life Sciences Institute.
- Gökkuş, K. & Türkmen, M. (2016).** Assessment of Heavy Metal Levels in Tissues of Common Guitarfish (*Rhinobatos rhinobatos*) from İskenderun and Antalya Bays, Northeastern Mediterranean Sea. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, *45*, 1540-1548.
- Ikem, A. & Egiebor, N.O. (2005).** Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). *Journal of Food Composition and Analysis*, *18*, 771-787.
- Kosanovic, M., Hasan, M.Y., Subramanian, D., Al Ahabbi, A.A.F., Al Kathiri, O.A.A., Aleassa, E.M.A.A. & Adem, A. (2007).** Influence of urbanization of the western coast of the United Arab Emirates on trace metal content in muscle and liver of wild Red-spot emperor (*Lethrinus lentjan*). *Food and Chemical Toxicology*, *45*, 2261-2266.
- Matta, J., Milad, M., Manger, R. & Tosteson, T. (1999).** Heavy metals, lipid peroxidation, and cigateratoxicity in the liver of the Caribben barracuda (*Sphyraena barracuda*). *Biological Trace Element Research*, *70*, 69–79.
- Minganti, V., Drava, G., De Pellegrini, R. & Siccardi, C. (2010).** Trace elements in farmed and wild gilthead seabream, *Sparus aurata*. *Marine Pollution Bulletin*, *60*, 2022-2025.
- Sipahi, N., Mutlu, C. & Akkan, T. 2013.** Giresun ilinde tüketime sunulan bazı balıklardan izole edilen Enterobacteriaceae üyelerinin antibiyotik ve ağır metal dirençlilik düzeyleri. *Gıda Dergisi*, *38*(6), 343-349.
- Topcuoğlu, S., Kirbaşoğlu, Ç. & Güngör, N. (2002).** Heavy metals in organisms and sediments from Turkish Coast of the Black Sea, 1997-1998. *Environment International*, *27*(7), 521-526.
- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y. & Akyurt, İ. (2005).** Heavy metals in three commercially valuable fish species from İskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea. Turkey. *Food Chemistry*, *91*, 167-172.
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Ateş, A. & Gökkuş, K. (2008).** Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: twelve fish species. *Food Chemistry*, *108*, 794-800.
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Ateş, A. & Töre, Y. (2009).** Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean Seas. *Food Chemistry*, *113*, 233-237.
- Türkmen, M. & Dura, N. (2016).** Assessment of heavy metal concentrations in fish from South Western Black Sea. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, *45*, 1552-1559.
- Türkmen, M. & Akaydin, A. (2017).** Metal levels in tissues of commercially important fish species from Southeastern Black Sea Coasts. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, *46*, 2357-2360.
- Türkmen, M. & Pınar, E.O. (2018).** Bioaccumulation of metals in economically important fish species from Antalya Bay, Northeastern Mediterranean Sea. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, *47*, 180-184.
- Tüzen, M. (2003).** Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*, *27*, 521-526.
- Uluözlü, O.D., Tuzen, M., Mendil, D. & Soylak, M. (2007).** Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. *Food Chemistry*, *104*, 835-840.
- WHO. (2014).** Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd edn, Chemical aspects. (Geneva: WHO). Available at http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/ (21 Aralık 2014).
- Zhou, J.L., Salvador, S.M., Liu, Y.P. & Sequeria, M. (2001).** Heavy metals in the tissues of dolphins (*Delphinus delphis*) stranded on the Portuguese coast. *Science of the Total Environment*, *273*, 61-76.



Distribution of *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782) (Teleostei: Acheilognathidae) in Turkey

Esra BAYÇELEBİ*

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

Geliş/Received: 28.10.2020

Kabul/Accepted: 03.12.2020

How to cite: Bayçelebi, E. (2020). Distribution of *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782) (Teleostei: Acheilognathidae) in Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 640-646.

Atıf yapmak için: Bayçelebi, E. (2020). *Rhodeus amarus* Türünün (Bloch, 1782) (Teleostei: Acheilognathidae) Türkiye'deki Dağılımı. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(4), 640-646.

*[ORCID](https://orcid.org/0000-0002-9586-6223): <https://orcid.org/0000-0002-9586-6223>

*Corresponding author's:

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

✉: dogancesra@gmail.com

Telephone : +90 (464) 223 33 85

Fax : +90 (464) 223 41 18

Abstract: The present study aims to reveal the current distribution area of *Rhodeus amarus* in the freshwaters of Turkey. The survey was conducted between 2004-2019 from 56 sampling locations. Also, it was made a detailed literature research. *R. amarus* is distributed in rivers and streams flowing into the Black, Aegean, Marmara, Caspian Sea basins, and some lake basins in Anatolia.

Keywords: European bitterling, freshwater fish, taxonomy.

Rhodeus amarus Türünün (Bloch, 1782) (Teleostei: Acheilognathidae) Türkiye'deki Dağılımı

*Sorumlu yazar:

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

✉: dogancesra@gmail.com

Telephone : +90 (464) 223 33 85

Fax : +90 (464) 223 41 18

Öz: Bu çalışmanın amacı *Rhodeus amarus* türünün Türkiye iç sularındaki güncel dağılımını ortaya çıkarmaktır. Çalışma 2004-2009 yıllarında yürütülmüş ve balık numuneleri 56 farklı lokasyondan toplanmıştır. Ayrıca, detaylı bir literatür araştırması da yapılmıştır. *R. amarus* türü Anadolu'daki bazı göller ve Karadeniz, Ege, Marmara, Hazar Denizi havzalarına dökülen nehir ve akarsularda dağılım gösterir.

Anahtar kelimeler: Acı balık, taksonomi, tatlı su balığı.

INTRODUCTION

Rhodeus amarus was originally described from the Lake Müggelsee, near Köpenick, (Berlin) by Bloch (1782). The European bitterling is the only species which represents the genus *Rhodeus* Agassiz 1880 in Turkey. The members of Acheilognathidae widely distributed from Europe to Asia and comprises more than 81 species (Kottelat & Freyhof, 2007; Esmaeili et al., 2020). The taxonomic status of *R. amarus* was controversial. It was accepted as a synonym of *Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776) by some researchers, (e.g. Smith, 1986; Lelek, 1987; Naseka, 1998; Coad, 1998). Mrakovčić et al., (1995) treated *R. sericeus* and *R. amarus* as two distinct valid species, and later authors have followed

this view (e.g. Kottelat, 1997; Bogutskaya & Naseka, 2004; Bektaş et al., 2013; Parin et al., 2014; Li et al., 2017; Bartáková, et al., 2019).

Some studies related to bitterling in Turkey are as follows: Tarkan et al., (2005) studied the life history pattern of *Rhodeus amarus*, in a large drinking-water system from Ömerli Dam Lake-İstanbul. Bektaş et al., (2013) examined the phylogenetic position of the European Bitterling in Turkey. İlhan et al., (2014) conducted the length-weight relationships of *R. amarus* in Turkey. Özuluğ & Saç, (2019) investigated the freshwater fish fauna of İstanbul province and they gave numerous *R. amarus* record. While many

studies have been conducted on the *R. amarus*, none comprehensive research on the distribution of the species has been done. In this study, both a detailed literature review was made and fish were collected from fifty-six different locations, and the distribution area of *R. amarus* was revealed.

MATERIAL AND METHOD

Fish samples were caught by Samus 1000 pulsed DC electro-fishing equipment, cast, and gill-nets from 56 sampling locations (Table 1). After anaesthesia, fish specimens were fixed in 4% formaldehyde solution and transferred to the laboratory, identification follows Kottelat & Freyhof, (2007). Material examined is deposited in: Recep Tayyip Erdogan University Zoology Museum of the Faculty of Fisheries, Rize (FFR). All georeferenced information in Table 1 was given for the first time in this study and the data in Table 2 was provided from the literature. The map (Fig. 1) was created from the coordinates in Table 1-2, and using the Qgis v.3.8.3-Zanzibar software available at <http://diva-gis.org>.

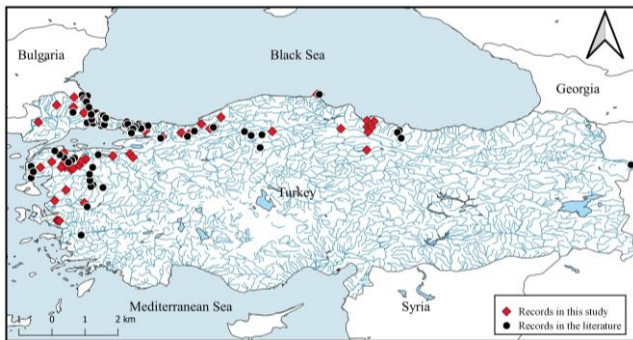


Figure 1. Records of *Rhodeus amarus*, based on materials examined for this study and additional records listed in Table 2 with coordinates.



Figure 2. *Rhodeus amarus*: **a.** about 62 mm SL; inlet water of Tahtalı Dam Lake; **b.** about 55 mm SL; Stream Koca; **c.** about 66 mm SL; Stream Gördeş; **d.** 60 mm SL; Canal B-20., Photo by: Cüneyt Kaya.

Table 1. Geographic information on the locations of *Rhodeus amarus* listed in this study.

	Location description	Sub-drainages	Basin	Sampling Date	Coordinates	
					N	E
1	Ordu Prov., Çatalpınar	Stream Bolaman	Black Sea	07.09.2004	40.885794	37.460327
2	Samsun Prov., Çarşamba	Yeşilirmak River-I	Black Sea	04.10.2015	41.205663	36.726964
3	Samsun Prov., Çarşamba	Stream Abdal	Black Sea	14.07.2007	41.048533	36.515650
4	Samsun Prov., Ayvacık	SuatUğurlu Dam Lake	SuatUğurlu Dam Lake	21.09.2012	41.034285	36.648383
5	Samsun Prov., Ayvacık	HasanUğurlu outlet water	Hasan Uğurlu Dam Lake	23.05.2008	40.893885	36.545776
6	Samsun Prov.,	Stream Gelemen	Black Sea	08.09.2004	41.230286	36.510570
7	Samsun Prov., Havza	Stream Tersakan, Yeşilirmak River	Black Sea	05.09.2014	40.989200	35.717150
8	Sinop Prov., Abalı	Stream Karasu	Black Sea	16.07.2016	42.030332	34.998170
9	Çankırı Prov., Ilgaz	Stream Devrez, Kızılırmak River	Black Sea	30.09.2015	40.904444	33.637500
10	Tokat Prov.,	Yeşilirmak River-II	Black Sea	20.09.2012	40.341467	36.502833
11	Zonguldak Prov., Çaycuma	Stream Çay	Black Sea	05.09.2014	41.337681	32.077031
12	Zonguldak Prov., Alaplı	Stream Alaplı	Black Sea	02.04.2019	41.131200	31.482700
13	Zonguldak, Devrek	Stream Bolu-I	Black Sea	07.11.2016	41.034444	31.876944
14	Zonguldak Prov.,Devrek	Stream Bolu-II	Black Sea	05.09.2014	41.027883	31.848483
15	Bolu Prov., Merkeşler	Stream Bolu-III	Black Sea	26.11.2006	40.989278	31.749767
16	Düzce Prov.,	Stream Büyükmelen	Black Sea	14.07.2016	40.835806	31.110053
17	Kocaeli Prov., Körfez	Stream Koca	Black Sea	19.10.2014	40.948483	29.802867
18	Kocaeli Prov., Körfez	Stream Göksu	Black Sea	19.10.2014	40.916500	29.768500
19	Sakarya Prov., Hendek	A tributary of Büyükmelen	Black Sea	04.09.2014	40.864778	30.868953
20	Sakarya Prov., Serdiven	Lake Sapanca	Lake Sapanca	10.10.2011	40.737785	30.302296
21	İstanbul Prov., Çatalca	Stream Çamaşır	Büyüçekmece Lake	16.08.2005	41.131653	28.509632

Table 1. (Continued).

22	İstanbul Prov., Çatalca	Stream Karamandere	Black Sea	16.08.2005	41.432733	28.138417
23	Tekirdağ Prov., Saray	Stream Bahçe (Istranca)	Black Sea	15.08.2005	41.569167	28.079444
24	Tekirdağ, Saray	Ergene River-I	Aegean Sea	15.08.2005	41.474533	27.920667
25	Kırklareli Prov., Demirköy	Stream Mutlu (Rezve)	Black Sea	20.10.2014	41.942233	27.620233
26	Kırklareli Prov.,	Stream İnce, Ergene River	Aegean Sea	20.10.2014	41.706070	27.090738
27	Kırklareli Prov., Pınarhisar	Stream Büyük-I	Aegean Sea	26.01.2006	41.633698	27.599400
28	Kırklareli Prov., Saray	Stream Kavacı	Aegean Sea	23.04.2004	41.462903	27.918190
29	Kırklareli Prov., Pınarhisar	Stream Büyük-II	Aegean Sea	26.11.2006	41.627183	27.593717
30	Edirne Prov., Akıncılar	Ergene River-II	Aegean Sea	26.11.2006	41.183440	26.534645
31	Çanakkale Prov., Ezine	Stream Akçin	Aegean Sea	27.11.2006	39.759880	26.341532
32	Çanakkale Prov., Bayramiç	Stream (Kara) Menderes	Aegean Sea	27.11.2006	39.816941	26.597774
33	Çanakkale Prov., Çan	Stream Çan	Marmara Sea	25.11.2006	39.983632	26.943353
34	Çanakkale, Prov., Yenice	Stream Koca	Marmara Sea	31.08.2014	39.833467	27.332300
35	Çanakkale Prov., Yenice	Stream Kocaköy	Marmara Sea	02.09.2014	39.941111	27.310000
36	Çanakkale Prov., Yenice	Stream Koca	Marmara Sea	01.09.2014	39.814700	27.229483
37	Çanakkale Prov., Yenice	Stream İnova	Marmara Sea	31.08.2014	40.076470	27.350217
38	Çanakkale Prov., Biga	Stream Çan	Marmara Sea	02.09.2014	40.212967	27.240483
39	Çanakkale Prov., Biga	Stream Hoşap	Marmara Sea	02.09.2014	40.251633	27.309683
40	Çanakkale Prov., Biga	Stream Balıklı	Marmara Sea	30.08.2014	40.104200	27.319883
41	Balıkesir Prov., Balya	Stream Koca	Marmara Sea	30.08.2014	39.752619	27.532773
42	Balıkesir Prov., Balya	Stream Alburak	Marmara Sea	30.08.2014	39.877733	27.779167
43	Balıkesir Prov., Balya	Stream Kocaçay	Marmara Sea	30.08.2014	39.782000	27.596167
44	Balıkesir Prov., Manyas	Stream Sakar	Lake Kuş	29.08.2014	40.049850	27.962383
45	Balıkesir Prov., Manyas	Stream Manyas	Lake Kuş	11.07.2007	40.075467	27.968758
46	Balıkesir Prov., Manyas	Stream Değirmenboğazi	Lake Kuş	29.08.2014	40.000183	27.828383
47	Bursa Prov., Karacabey	Stream Çapraz	Lake Ulubat	29.08.2014	40.200735	28.374556
48	Bursa Prov., Nilüfer	Stream Hasanağa	Hasanağa Dam Lake	29.08.2014	40.161156	28.794459
49	Bursa Prov., Kestel	Drying canal	Lake Gölbaşı	25.06.2015	40.224761	29.314838
50	Bursa Prov., İnegöl	Stream Kara	Marmara Sea	28.11.2004	40.117842	29.408326
51	Manisa Prov., Gölçimarmara	Stream Gördeş	Lake Marmara	16.07.2018	38.742824	27.929674
52	İzmir Prov., Aliğa	Stream Koca	Aegean Sea	15.11.2018	38.810193	27.030065
53	İzmir Prov., Kınık	Stream Karadere, Bskırçay	Aegean Sea	16.07.2018	39.129917	27.372278
54	İzmir Prov., Menderes	Stream Balaban	Tahtalı Dam Lake	15.11.2018	38.213950	27.101505
55	İzmir Prov., Menderes	Stream Den	Tahtalı Dam Lake	14.07.2018	38.199395	27.135946
56	İzmir Prov., Cumaovası	Tahtalı inlet water	Tahtalı Dam Lake	14.07.2018	38.199044	27.170517

RESULTS

Rhodeus amarus has recently been recorded in Aras River, Turkey (Kaya et al., 2020). A comparison the *R. amarus* population from the upper Aras River with recently described *Rhodeus caspius* Esmaeili, Sayyadzadeh, Japoshvili, Eagderi, Abbasi & Mousavi-Sabet, (2020) is needed. Because, the Aras population is geographically close to Lake Urmia and the upper Tigris River where *R. caspius* was described. Furthermore, southeastern Black Sea populations should be compared with *R. colchicus* Bogutskaya & Komlev, (2001) from the rivers in West Transcaucasia, Georgia. This genus should be compared with different populations, which should be reviewed, using both morphological and molecular data, to understand the diversity of the genus. With this study, the distribution area of *R. amarus* has been revealed, and an updated set of European bitterling occurrence data has been documented, showing ranges of distribution.

Distribution and habitat. *Rhodeus amarus* is a small freshwater fish that inhabits lotic (especially lowland rivers and slowing streams) and lentic habitats (Lelek, 1987; Van Damme et al., 2007; Bryja et al., 2010). European Bitterling is distributed in rivers and streams flowing into the Black, Aegean, Marmara Sea basins, also, lakes Ulubat, Sapanca, Marmara, Büyükçekmece, Kuş and Gölbaşı basins. The species is also known from Tahtalı, Hasanağa, Suatugurlu, Hasanağurlu, Ömerli Dam Lake basins (Tarkan

et al., 2005; İlhan et al. 2014; Sarı et al., 2019). Also, it was recently recorded in the Aras River drainage (Kaya et al., 2020) (Figures 2-4).



Figure 3. *Rhodeus amarus*, a. 64 mm SL; Stream (Kara) Menderes; b. 50 mm SL; Ergene River; c. 66 mm SL; Suatugurlu Dam Lake.



Figure 4. *Rhodeus amarus*, a. 62 mm SL; Stream Abdal; b. 48 mm SL; A tributary of Büyükmelen; c. 60 mm SL; Stream Terkos.



Figure 5. Some typical habitat of *Rhodeus amarus*.

Table 2. Previous records of *Rhodeus amarus* in the literature other than listed in Table 1.

References	Description of locality	Coordinates	
		N	E
Tarkan et al., 2005	Stream Ballıca (Ömerli Dam Lake)	41.000556	29.418611
	Ömerli Dam Lake	41.084722	29.421944
	Ozan Stream (Ömerli Dam Lake Basin)	41.051389	29.469167
Sarı et al., 2006	Stream Gönen-I, Balıkesir	40.100000	27.633333
	Stream Gönen-II, Balıkesir	40.033333	27.550000
	Stream Gönen-III, Balıkesir	39.966667	27.450000
	Stream Tuzla, Çanakkale	39.500000	26.316667
	Stream Karamenderes, Çanakkale	39.850000	26.316667
	Stream Koca, Çanakkale	40.197500	27.183333
	Stream Bakçeli, Çanakkale	39.683333	26.383333
	Stream Çınarlı, Çanakkale	40.316667	27.033333
Reichard et al., 2010	Lake Sapanca	40.700000	30.250000
Güçlü et al., 2013	Stream Çine, Büyük Menderes River	37.763364	27.834172
İlhan & Sarı, 2015	Lake Marmara	38.621389	28.016667
	Binmurt Bridge, Sındırgı-Balıkesir	39.204444	28.495278
Öztürk & Küçük, 2017	Sındırgı Bridge, Sındırgı-Balıkesir	39.285000	28.196944
	Cüneyt Bridge, Sındırgı-Balıkesir	39.233333	28.127500
	Bigadiç Bridge, Balıkesir	39.416667	28.100000
	Mahmudiye Köprüsü, Kepsut-Balıkesir	39.606861	28.086722
	Yıldızköy Bridge, Susurluk-Balıkesir	39.816667	28.183333
Saç & Özüluğ., 2017	Creek Donamandıra	41.314150	28.248930
	Creek Şeytan	41.417500	28.138450
	Creek Binkılıç	41.399010	28.193660
	Creek Karamandere	41.379200	28.296100
	Creek Karacaköy	41.399460	28.383520
Özüluğ & Saç., 2019	Pond Değirmenköy, İstanbul	41.168219	28.013197
	Stream Kula, İstanbul	41.156453	28.199108
	Stream Akören, İstanbul	41.233824	28.357013
	Stream Akören, İstanbul	41.233824	28.357013
	Pond Çakıl, İstanbul	41.077974	28.450129
	Stream İncegiz, İstanbul	41.181198	28.399491
	Stream Gökçeali, İstanbul	41.191162	28.450287
	Stream İzzetin, İstanbul	41.209173	28.529896
	Stream Binkılıç, İstanbul	41.398415	28.192050
	Stream Şeytan, İstanbul	41.417656	28.138615
	Stream Danamandıra, İstanbul	41.329032	28.263689
	Stream Yaylacık, İstanbul	41.357333	28.227965
	Stream Çayırdere, İstanbul	41.271881	28.152864
	Stream Karamandere, İstanbul	41.469393	28.297715
	Stream Belgrat, İstanbul	41.377367	28.384866
	Stream Çiftlikköy, İstanbul	41.365041	28.402299
	Stream Çiftlikköy, İstanbul	41.336464	28.417534
	Stream Kalfaköy, İstanbul	41.288315	28.444674
	Stream Başak, İstanbul	41.334384	28.452862
	Stream Ormanlı, İstanbul	41.400224	28.470836
Stream Ormanlı, İstanbul	41.400224	28.470836	
Lake Durusu, İstanbul	41.317620	28.534114	

Table 2. (Continued).

	Lake Durusu, İstanbul	41.381534	28.511841
	Stream Göksu, İstanbul	41.077455	29.777119
	Stream Sungurlu, İstanbul	41.079284	29.863491
	Stream Karaman, İstanbul	41.145424	29.592317
	Stream Türknil, İstanbul	41.150584	29.593545
	Stream Yeşildere, İstanbul	41.124165	29.567502
	Stream Teke, İstanbul	41.048887	29.622227
	Stream Değirmençayırı, İstanbul	40.987657	29.667403
	Stream Yaka, İstanbul	40.990823	29.649617
Özuluğ & Saç., 2019	Lake Büyükçekmece, İstanbul	41.109843	28.537627
	Lake Durusu, İstanbul	41.295909	28.574428
	Lake Durusu, İstanbul	41.311591	28.579619
	Stream Polonez, İstanbul	41.116409	29.182389
	Stream Kömürlük, İstanbul	41.084821	29.422119
	Stream Ozan, İstanbul	41.050974	29.470373
	Stream Yeniçiflik, İstanbul	41.199207	29.224038
	Stream Cumhuriyet, İstanbul	41.123793	29.251744
	Stream Kurna, İstanbul	40.953616	29.346270
	Stream Ballica, İstanbul	40.993331	29.413334
	Stream Ballica, İstanbul	40.983290	29.406356
	Stream Tuzla, İstanbul	40.859167	29.359446
Sarı et al., 2019	Stream Rezve (Mutlu), Kırklareli	41.981389	28.025833
	Stream Rezve (Mutlu), Kırklareli	42.002500	27.860000
	Stream Madra Kırklareli	41.879444	27.908889
	Stream Bulanık, Kırklareli	41.820833	27.954444
	Lake Saka, Kırklareli	41.801111	27.995278
	Stream Pabuç, Kırklareli	41.636944	28.069722
Batakova et al., 2019	Stream Bolu, Zonguldak	41.028694	31.848444
	Stream Sütlice (Ahmetbey), Kırklareli	41.483194	27.585917
	Stream Karamanenderes, İstanbul	41.417806	28.138556
	Stream Balıklı, Çanakkale	40.105194	27.319639
	Stream Capraz at Karacabey	40.197250	28.352222
Güçlü, 2020	Stream Büyük Melen (Düzce)	40.914139	31.270983
	Lake Efteni (Düzce)	40.756176	31.060851
Yoğurtçuoğlu et al., 2020	Sabanözü Creek near Bulgurcu	40.416667	33.266667
	Hacılar Creek south to Karamustafa	40.781667	32.993333
	Çerkes River 3 km west to Akbas	40.901667	32.791667
	Karasu River, Sinop	42.028333	35.061667
	Stream Devrez, Çankırı	40.803333	33.321667
Kaya et al., 2020	Canal B-20, Aras River, Iğdır	39.893600	44.525600
Saygun, 2021	Stream Bolaman-I, Ordu	40.939722	37.492222
	Stream Bolaman-II, Ordu	40.755833	37.510556
	Stream Karakoyun, Ordu	40.874444	37.433611
	A tributary of Bolaman, Ordu	40.700278	37.549444
Uğurlu & Polat, 2007	Çakmak Baraj Gölü, Samsun		Records without coordinates
Özuluğ et al., 2007	Stream Mahmudiye, Lake Sapanca		
	Stream Maşukiye, Lake Sapanca		
Özuluğ, 2008	Streams Yıldız I-II, Lake Durusu		
	Lake Durusu		
	Stream Darboğaz, Lake Durusu		
	Stream Çiftlikköy, Lake Durusu		
İlhan & Balık, 2008	Stream Batbaşı, Western Black Sea Basin		
	Stream Karasu, Western Black Sea Basin		
	Stream Maden, Western Black Sea Basin		
	Stream Salı, Western Black Sea Basin		
	Stream Karaköse, Western Black Sea Basin		
Bektaş et al., 2013	Stream Abdal, Black Sea Basin		
	Stream Koca, Marmara Sea basin		
	Stream Karaman, Lake Durusu		
	Stream Kavacık, Black Sea Basin		
İlhan et al., 2014	Western Black Sea Basin		
	Gediz River drainage		
	Küçük Menderes River drainage		
	Northern Egean Sea Basin		
	Marmara Sea Basin		
İlhan et al., 2014	Meriç River drainage		
	Sakarya River drainage		
	Susurluk drainage		
	Yeşilirmak River drainage		
Güçlü & Küçük., 2015	Yurtbaşı Village, Kula-Manisa		
	Halitpaşa Bridge, Saruhanlı-Manisa		
	Hacıveliler Village, Gölarmara-Manisa		
	Akpınar Spring, Gölarmara-Manisa		
Saygun et al., 2017	River Ilca, Ordu		
Saygun et al., 2018	Streams Terme and Terice, Samsun		
Saruhan & Kırankaya, 2019	Stream Asar, a tributary of Melen River		
Gaygusuz et al., 2019	Stream Darlık and tributaries, İstanbul		
Benzer & Gül, 2020	Stream Dinsiz, Sakarya River		
Çiçek et al., 2020	Northwestern Anatolia		
İlhan et al., 2020	Tributaries of Bakırçay		

ACKNOWLEDGEMENTS

I thank Davut Turan (Rize), Yusuf Bektaş (Rize), İsmail Aksu (Rize) and Cüneyt Kaya (Rize) for help during fieldwork and Charlie Parsons (Bristol) for reading the manuscript and improving the language. I also thank reviewers for useful comments.

REFERENCES

- Bartáková, V., Bryja, J., Šanda, R., Bektaş, Y., Stefanov, T., Choleva, L., Smith, C. & Reichard, M. (2019).** High cryptic diversity of bitterling fish in the southern West Palearctic. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **133**, 1-11.
- Bektaş, Y., Beldüz, A.O. & Turan, D. (2013).** The phylogenetic position of Turkish populations within the European Bitterling, *Rhodeus amarus* (Osteichthyes: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, **59**(1), 39-50
- Benzer, S. & Gül, A. (2020).** Biological properties of European bitterling *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782) in Dinsiz Stream, Turkey. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, **7**(2), 60-64.
- Bloch, M.E. (1782).** *M. Marcus Elieser Bloch's, ausübenden Arztes zu Berlin, Oeconomische Naturgeschichte der Fische Deutschlands*. Berlin. v. **1**, 1-128, Pls. 1-37. [Also a French edition, *Ichthyologie, ou Histoire naturelle des Poissons*, v. **1**, published 1785].
- Bogutskaya, N.G. & Komlev, A.M. (2001).** Some new data to morphology of *Rhodeus sericeus* (Cyprinidae: Acheilognathinae) and a description of a new species, *Rhodeus colchicus*, from West Transcaucasia. *New Contributions to Freshwater Fish Research. Proceedings of the Zoological Institute, Academy of Sciences, St.-Petersburg*, **287**, 81-97.
- Bogutskaya, N.G. & Naseka, A.M. (2004).** *Catalogue of agnathans and fishes of fresh and brackish waters of Russia with comments on nomenclature and taxonomy*. Russian Academy of Sciences, Moscow. 1-389. [In Russian]
- Bryja, J., Smith, C., Konečný, A. & Reichard, M. (2010).** Range-wide population genetic structure of the European bitterling (*Rhodeus amarus*) based on microsatellite and mitochondrial DNA analysis. *Molecular Ecology*, **19**, 4708-4722.
- Çiçek, E., Sungur, S. & Fricke, R. (2020).** Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist 2020. *Zootaxa*, **4809**(2), 241-270.
- Coad, B.W. (1998).** Systematic biodiversity in the freshwater fishes of Iran. *Italian Journal of Zoology*, **65**, 101-108.
- Esmacili, H.R., Sayyadzadeh, G., Japoshvili, B., Eagderi, S., Abbasi, K. & Mousavi-Sabet, H. (2020).** *Rhodeus caspius*, a new bitterling from Iran (Teleostei: Cypriniformes: Acheilognathidae). *Zootaxa*, **4851**(2), 319-337.
- Gaygusuz, Ö., Gürsoy Gaygusuz, Ç. & Dorak, Z. (2017).** Darlık Deresi ve Kollarının (Şile-İstanbul) Balık Türü Çeşitliliği. *Turkish Journal of Bioscience and Collections*, **1**, 29-37.
- Güçlü, S.S. & Küçük, F. (2015).** The Ichthyofauna of Gediz River (Turkey): Taxonomic and Zoogeographic Features. *Annual Research & Review in Biology*, **6**(3), 202-214.
- Güçlü, S.S. (2020).** Ichthyofauna of Düzce province (Turkey): Population and habitat evaluation. *Acta Aquatica Turcica*, **16**(2), 179-188.
- Güçlü, S.S., Küçük, F., Ertan, Ö.O. & Zekiye, G. (2013).** The Fish Fauna of the Büyük Menderes River Turkey Taxonomic and Zoogeographic Features. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **13**, 685-698.
- İlhan, A. & Balık, S. (2008).** Batı Karadeniz Bölgesi İçsularının Balık Faunası. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **25**, 75-82.
- İlhan, A. & Sarı, H.M. (2015).** Length-weight relationships of fish species in Marmara Lake, West Anatolia, Turkey. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*, **73**(1), 30-32.
- İlhan, A., Sarı, H.M. & Ekmekçi, B. (2014).** Türkiye İç Sularındaki Acı Balık *Rhodeus amarus* Bloch 1782 in Boy Ağırlık İlişkisi. *Journal of FisheriesSciences.com*, **8**, 181-185.
- İlhan, A., Sarı, H.M. & Kurtul, I., (2020).** Fish fauna of Bakırçay Stream (North Eagean, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **37**, 309-312.
- Kaya, C., Bayçelebi, E. & Turan, D. (2020).** Taxonomic assessment and distribution of fishes in upper Kura and Aras river drainages. *Zoosystematics and Evolution*, **96**, 325-344.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007).** *Handbook of European Freshwater Fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, 646 pp.
- Kottelat, M. (1997).** *European freshwater fishes. A heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation*. Biologia, Bratislava, **52**, 1-271.
- Lelek, A. (1987).** *Threatened Fishes of Europe*, Aula-Verlag, Wiesbaden, **9**, 1-343
- Li, F., Liao, T.Y., Arai, R. & Zhao, L. (2017).** *Sinorhodeus microlepis*, a new genus and species of bitterling from China (Teleostei: Cyprinidae: Acheilognathinae). *Zootaxa*, **4353**, 69-88.
- Mrakovčić, M., Misetic, S. & Povz, M. (1995).** Status of freshwater fish in Croatian Adriatic river systems. *Biological Conservation*, **72**, 179-185.
- Naseka, A.M. (1998).** Various family accounts. In: *Annotated Check-List of Cyclotomata and Fishes of the continal waters of Russia*. Nauka Publishers, Moscow.

- Öztürk, E. & Küçük, F. (2017).** Simav Çayı'nın Balık Faunası. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, *13*(2), 132-152.
- Özuluğ, M. & Saç, G. (2019).** İstanbul ili (Türkiye) tatlısu balık faunası. *Turkish Journal of Bioscience and Collections*, *3*, 19-36.
- Özuluğ, M. (2008).** The fish fauna of the Durusu Lake Basin (İstanbul-Turkey). *Istanbul University Faculty of Science Journal of Biology*, *67*, 73-79.
- Özuluğ, M., Gaygusuz, Ö., Tarkan, A.S. & Gürsoy Gaygusuz, Ç. (2007).** Two new records for the fish fauna of Lake Sapanca basin (Sakarya, Turkey). *Journal of Fisheries Sciences.com*, *1*, 152-159.
- Pallas, P.S. (1776).** *Riese durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs*. 3. Theil. -St.Petersburg: Kaiserlichen Academie der Wissenschaften, 760p.
- Parin, N.V., Evseenko, S.A. & Vasil'eva, E.D. (2014).** *Fishes of Russian Seas: Annotated Catalogue*. KMK Scientific Press, Moscow, *53*, 733 pp.
- Reichard, M., Polac'ik, M., Tarkan, A.S., Spence, R., Gaygusuz, Ö., Ertan, E., Ondračková, M. & Smith, C. (2010).** The bitterling mussel coevolutionary relationship in areas of recent and ancient sympatry. *The Society for the Study of Evolution*, *64*(10), 3047-3056.
- Saç, G. & Özuluğ, M. (2017).** Effects of Environmental Variables on the Distribution of Fish Assemblages in an Endorheic Stream (Istanbul, Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, *26*, 7150-7159.
- Sarı, H.M., Balık, S., Ustaoglu, M.R. & İlhan, A. (2006).** Distribution and Ecology of Freshwater Ichthyofauna of the Biga Peninsula, North-western Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, *30*, 35-45.
- Sarı, H.M., İlhan, A., Saç, G. & Özuluğ, M. (2019).** Fish fauna of Yıldız Mountains (North-Eastern Thrace, Turkey). *Su Ürünleri Dergisi*, *36*, 65-73.
- Saruhan, A. & Kirankaya, Ş.G. (2019).** Evaluation of water quality variables and their effects on fish life in Asarsuyu Stream (Düzce/Turkey). *Eurasian Journal of Forest Science*, *7*(2), 157-165.
- Saygın, S., Özpiçak, M., Aydın, A., Haçer, E., Yılmaz, S. & Polat, N. (2018).** Length-weight and length-length relationships of the European bitterling, *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782) inhabiting inland waters of Samsun Province. *J. BAUN Inst. Sci. Technol.*, *20*(2), 201-210.
- Saygın, S. (2021).** The fishes of the Bolaman Stream, Northern Turkey. *Aquatic Research*, *4*(1), 38-54.
- Saygın, S., Turan, D., Saygın, F., Kabadayı, M., Yılmaz, H.F. & Ataç Şahin, T. (2017).** Contributions to fish fauna of the Ilıca River (Fatsa/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, *10*(2), 141-154.
- Smith, C.L. (1986).** *The inland fishes of New York State*. New York State Department of Environmental Conservation, Albany. i-xi + 1-522, Pls. 1-8.
- Tarkan, A.S., Gaygusuz, Ö., Gürsoy, Ç. & Acıpinar, H. (2005).** Life history pattern of an Eurasian Cyprinid, *Rhodeus amarus*, in a large drinking-water system (Ömerli Dam Lake-Istanbul, Turkey). *Journal Black Sea/Mediterranean Environment*, *11*, 205-224.
- Uğurlu, S. & Polat, N. (2007).** Çakmak Baraj Gölü (Samsun) Balık Faunası. *Science and Eng. J of Fırat Univ.*, *19*(4), 443-448.
- Van Damme, D., Bogutskaya, N., Hoffmann, R.C. & Smith, C. (2007).** The introduction of the European bitterling (*Rhodeus amarus*) to west and central Europe. *Fish and Fisheries*, *8*, 79-106.
- Yoğurtçuoğlu, B., Kaya, C. & Freyhof, J. (2020).** Freshwater fishes of the Anatolian Midwestern Black Sea basin. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, *2*, 111-130.



Gökkuşuğu Alabalığı Bağırsaklarından İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin *Lactococcus garvieae*'ye Karşı Probiyotik Potansiyelinin *in vitro* Olarak Belirlenmesi^[*]

Dilek PEHLİVAN Ertan Emek ONUK*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Su Ürünleri Hastalıkları Anabilim Dalı, Samsun, TÜRKİYE

Geliş/Received: 05.11.2020

Kabul/Accepted: 02.12.2020

Atf yapmak için: Pehlivan, D. & Onuk, E.E. (2020). Gökkuşuğu Alabalığı Bağırsaklarından İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin *Lactococcus garvieae*'ye Karşı Probiyotik Potansiyelinin *in vitro* Olarak Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 647-654.

How to cite: Pehlivan, D. & Onuk, E.E. (2020). *In vitro* Evaluation of Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated from Rainbow Trout Gut against *Lactococcus garvieae*. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 647-654.

* : <https://orcid.org/0000-0001-7643-046X>
 : <https://orcid.org/0000-0001-9296-0495>

*Sorumlu yazarın:
Ertan Emek ONUK
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Su Ürünleri Hastalıkları Anabilim
Dalı, Samsun, TÜRKİYE.
✉: eeonuk@omu.edu.tr
Cep telefonu : +90 (532) 563 66 04
Telefon : +90 (362) 312 19 19
Faks : +90 (362) 457 69 22

Öz: Bu çalışmanın amacı, gökkuşuğu alabalıklarının bağırsak mikroflorasından *Lactococcus garvieae*'ye karşı antagonistik etkiye sahip Laktik Asit Bakterilerinin (LAB) izole edilmesi ve antagonistik etkiye sahip olduğu belirlenen bakteriyel türlerin olası probiyotik potansiyelinin *in vitro* olarak ortaya konulmasıdır. Bu amaçla Gökkuşuğu alabalıklarının bağırsak florasından LAB türleri konvansiyonel kültür metotları kullanılarak izole edildi. Elde edilen izolatların *L. garvieae*'ye karşı antagonistik etkinlikleri agar well difüzyon testi ile belirlendi. Sonraki aşamada antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenen izolatların hidrofobisitesi, pH ve safra tolerans düzeyleri ve antibiyotik duyarlılık profilleri belirlendi. Elde edilen aday probiyotik bakterilerinin genetik identifikasyonu PCR metodu ile gerçekleştirildi. Balıkların bağırsak florasından toplamda 47 izolat elde edildi. Bu izolatların 6'sının *L. garvieae*'ye karşı antagonistik etkinliğe sahip olduğu belirlendi. İleri testlerde izolatların hidrofobik özellikte oldukları, yüksek safra ve düşük pH şartlarına dirençli oldukları ve izolatların tamamının beş farklı antibiyotige karşı dirençli olduğu belirlendi. Genetik identifikasyon sonucu izolatlardan beşi *Lactobacillus acidophilus* olarak tanımlandı. Bir izolat ise *Lactobacillus* spp. olarak tanımlandı. Bu çalışma ile ülkemiz kültür balığı yetiştiriciliğinde yaygın olarak görülen *L. garvieae*'nin kontrol altına alınmasında kullanılabilecek olası probiyotik bakteriler elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Gökkuşuğu alabalığı, laktik asit bakterileri, *Lactococcus garvieae*, probiyotik.

In vitro Evaluation of Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Isolated from Rainbow Trout Gut against *Lactococcus garvieae*

*Corresponding author's:
Ertan Emek ONUK
Department of Aquatic Animal Diseases,
Faculty of Veterinary Medicine, University of
Ondokuz Mayıs, 55200 Kurupelit Samsun,
Turkey.
✉: eeonuk@omu.edu.tr
Mobile telephone : +90 (532) 563 66 04
Telephone : +90 (362) 312 19 19
Fax : +90 (362) 457 69 22

Abstract: The purpose of this study are to isolate Lactic Acid Bacteria (LAB), which have an antagonistic activity against *Lactococcus garvieae*, in the intestinal microflora of rainbow trouts and to reveal *in vitro*, the probable probiotic potential of the bacterial species, which were determined to have an antagonistic effect. For this aim LAB species were isolated from the intestinal flora of rainbow trouts using conventional culture methods. The antagonistic efficiencies of the obtained isolates against *L. garvieae* were determined with the agar well diffusion test. The hydrophobicity, pH and bile tolerance levels and antibiotic susceptibility profiles of the isolates, which were found to have antagonistic activity, were determined from further analysis. Genetic identification of the obtained candidate probiotic bacteria was performed with PCR method. A total of 47 isolates were obtained from the intestinal flora of the rainbow trout. Six of these isolates were determined to have antagonistic activity against *L. garvieae*. Further tests revealed that the isolates were hydrophobic, resistant to high bile and low pH conditions, and that all isolates were resistant to five different antibiotics. Following genetic identification, five of the isolates were identified as *Lactobacillus acidophilus*. One of the isolates was defined as *Lactobacillus* spp. With this study, possible probiotic bacteria were obtained, which can be used to control *L. garvieae*, widespread in our country's culture fish farming.

Keywords: Lactic acid bacteria, *Lactococcus garvieae*, probiotic, rainbow trout.

[*] Bu çalışma, yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the master thesis.

GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiricilik sektöründe meydana gelen enfeksiyonlar ekonomik olarak büyük kayıplara neden olmaktadır. Bu enfeksiyonların %54,9'undan bakteriyel patojenlerin, %22,6'sından virüslerin, %3,1'inden mikotik ve %19,4'ünden paraziter ajanların sorumlu olduğu bildirilmiştir (Dhar vd., 2014). Ülkemiz su ürünleri sektöründe en sık karşılaşılan bakteriyel kökenli hastalık etkenlerinden birisi *L. garvieae*'dir (Altun vd., 2013; Didinen vd., 2014b). Etken balıklarda hiperakut hemorajik septisemiyle seyreden lactococcosis hastalığının etiyolojik ajanıdır (Meyburg vd., 2017). Hastalığa hem tatlı hem de tuzlu suda yetiştiriciliği yapılan balıklarda rastlanmaktadır (Gibello vd., 2016). Ülkemizde ilk hastalık bildirimini gökkuşağı alabalıklarında 2001 yılında yapılmıştır (Diler vd., 2002). İlerleyen yıllarda hastalık tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de ortaya çıkan epizootilerden sonra hızlı bir yayılım sürecine girmiş ve özellikle alabalık işletmelerinde önemli ekonomik kayıplara neden olmuştur (Altun vd., 2004; Didinen vd., 2014b; Balta & Dengiz Balta, 2019).

Günümüzde, balıkların enfeksiyonlara karşı korunmasında aşılama ve antibiyotik uygulamaları önemli bir yer tutmaktadır (Onuk & Fındık, 2015). Ancak bu metotlar sağlıklı intestinal mikrofloranın profilini değiştirebilmekte ve balıklarda strese neden olabilmektedir. Bununla beraber, su ürünleri yetiştiriciliğinde antibiyotiklerin kullanımı antimikrobiyal direnç gelişimine neden olabilmekte ve halk sağlığı açısından önemli bir risk oluşturmaktadır (Smith vd., 1994; Heuer vd., 2009). Bu sebeple son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinde hastalıkların kontrol altına alınması ve büyümeyi teşvik edici amaçla antibiyotiklere alternatif olabilecek yeni probiyotik mikroorganizmaların elde edilmesi ve bu mikroorganizmaların çeşitli probiyotik özelliklerinin hem *in vitro* hem de *in vivo* yöntemler ile belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmıştır (Capkin & Altınok, 2009; Didinen vd., 2014a; Didinen vd., 2018).

Gastrointestinal kanalda kolonize olan bakteriler arasında LAB'lar konakçı gastrointestinal kanalının gelişimini sağlaması, sindirim fonksiyonlarını düzenlemesi, mukozal toleransı ve immün yanıtı uyarması ve hastalıklara karşı direnci arttırması nedeniyle probiyotik bakteri olarak kullanılabilir en favori mikroorganizmalardır. LAB'lar taksonomik olarak Firmicutes şubesi, Bacilli sınıfı ve Latobacillales takımı içerisinde sınıflandırılmaktadır. Gram-pozitif, endosporsuz, çomak ya da kokoid şeklinde morfolojiye sahiptirler, katalaz ve oksidaz negatiftirler ve birçoğu hareketsizdir ve genellikle pH 5.5-5.8 arası en uygun üreme şartlarıdır. LAB'lar içerisinde *Carnobacterium*, *Dolosigranulum* ve *Lactobacillus* cinsleri çomak şeklinde,

Aerococcus, *Alloiococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus* ve *Vagococcus* cinsleri kok şeklinde ve *Weissella* cinsi kokoid veya çomak şeklinde morfolojiye sahiptirler (Ringo vd., 2018). Günümüze kadar akuakültürde yem katkı maddesi olarak LAB'ların olası kullanımlarını ele alan bir çok literatür bulunmaktadır (Lopez-Cazorla vd., 2015; Safari vd., 2016; Soltani vd., 2019). Ancak probiyotiklerin konakçı fizyolojisi üzerindeki etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için halen çalışmaların yapılması gerektiği bir gerçektir (Ringo vd., 2018).

Bu çalışma ile ülkemiz su ürünleri yetiştiricilik sektöründe önemli bir yer tutan gökkuşağı alabalıklarının bağırsaklarından LAB'lar izole edilmiş ve *in vitro* olarak *L. garvieae*'ye karşı inhibitör etki gösterdiği belirlenen izolatların probiyotik potansiyelleri yine *in vitro* testler ile değerlendirilerek, etkenin kontrolünde kullanılabilir aday probiyotik bakteriler ortaya konulmuştur.

MATERYAL VE METOT

Balık örneklerinin alınması: Çalışmada laktik asit bakterilerinin izolasyonu için 25 adet sağlıklı gökkuşağı alabalığı (ort. 200 g), Samsun, Bafra, Derbent barajında bulunan ticari bir işletmeden temin edilmiştir. Rutin prosedür olarak balıklar hasat öncesi 48 saat yemlenmedikleri için sindirim kanalları temiz olmaktadır.

Laktik Asit Bakterilerinin izolasyonu: Laboratuvar şartlarında balıkların ventral yüzeyleri %70 etanol ile sterilize edildi ve diseksiyon ile her bir balığın gastrointestinal kanalı aseptik olarak çıkartıldı. Kanal içerisinde bulunan non-adherent mikrobiyom'un uzaklaştırılması için çıkartılan gastrointestinal kanal uzunlamasına enize edildi ve % 0,9 steril tuzlu su ile 3 kez yıkandı. Gastrointestinal kanalın distal kısmı (hindgut) ayrılarak steril peptonlu su ile homojenize edildi (1:10; ağırlık:hacim) ve 10 katlı seri dilüsyonları (10^{-2} - 10^{-8}) hazırlandı. 10^{-2} , 10^{-3} ve 10^{-4} 'lük dilüsyonlardan 100 µl alınarak 3 adet MRS agar'a (de Man, Rogosa and Sharpe; MRS, Merck) yayma tarzında ekim yapıldı (Lin vd., 2013). Ekim yapılan besiyerleri aerobik şartlarda 28 °C'de 3-5 gün inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonrası Gram pozitif, katalaz ve oksidaz negatif olan izolatlar seçilerek MRS agar'da saflaştırıldı. İzolatlar ilerleyen aşamadaki testlerde kullanılmak üzere gliserinli buyyon (%15) içerisinde -20 °C'de saklandı.

Patojen bakteri ve kültür koşulu: Çalışmada patojen bakteri olarak daha önce yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalıklarından izole ve identifiye edilmiş olan *L. garvieae* saha izolatu (E7) kullanıldı. Bu izolat triptik soy agar'da 25 °C'de 24-48 saat inkübe edilerek canlandırıldı.

Antagonistik aktivite testi: Balıkların bağırsak mikroflorasından izole edilen LAB'ların, *L. garvieae*'ye karşı antagonistik etkilerinin araştırılmasında agar well difüzyon testi kullanıldı. Bu amaçla patojen mikroorganizmanın (*L. garvieae* E7) MRS broth içerisinde bir gecelik kültürü hazırlandı ve bu kültür Mc Farland 0,5'e göre ayarlandı. Sonrasında bu kültürden 5 ml (%1) alınarak, döküm sıcaklığına kadar soğutulmuş 500 ml MRS agar'a ilave edildi. Patojen bakterinin ilave edildiği besiyeri steril petrilere döküldü ve 15 dakika beklendikten sonra steril durhaym tüpleri kullanılarak besiyeri üzerine kuyucuklar açıldı. Kuyucukların içerisine aday probiyotik bakteri kültürlerinden (MRS broth içerisinde 24 saatlik kültürler) 100 µl ilave edildi ve 28 °C'de 24-48 saat süreyle inkübasyon gerçekleştirildi. Inkübasyon sonrası LAB'ların etrafında oluşan şeffaf inhibisyon zonları ölçüldü ve 0 (0-5 mm), 1 (düşük, 6-10 mm), 2 (orta, 11-20 mm), 3 (yüksek, 21-25 mm) ve 4 (çok yüksek, ≥26 mm) olarak skorlama yapıldı (Mukherjee & Ghosh, 2016). *L. garvieae*'ye karşı antagonistik aktivite gösterdiği belirlenen izolatlar sonraki testlerde kullanıldı.

Aday probiyotik bakterilerin hidrofobisitesinin belirlenmesi: *L. garvieae*'ye karşı antagonistik aktivite gösterdiği belirlenen aday probiyotik bakterilerin hidrofobisitesini belirlemek için % 0,03 Kongo Kırmızısı (Sigma-Aldrich) karıştırılmış MRS agar hazırlandı ve aday probiyotik bakteriler hazırlanmış olan bu agara ekildi. Ekim yapılan petrilere 28°C'de 24-72 saat inkübasyona bırakıldı. 72 saat içerisinde görülen kırmızı koloniler pozitif (hidrofobik) olarak, beyaz veya renksiz koloniler ise negatif (non-hidrofobik) olarak değerlendirildi (Sharma vd., 2006).

Aday probiyotik bakterilerin safra toleranslarının belirlenmesi: Çalışmada kullanılan safra örnekleri, örnekleme yapılan alabalıklarının safra keselerinden steril enjektör yardımıyla toplandı ve kullanılmaya kadar -20 °C'de saklandı. Aday probiyotik bakterilerin safra toleranslarının belirlenmesi amacıyla her bir aday probiyotik bakterinin PBS içerisindeki süspansiyonları 10⁸ kob/ml olacak şekilde hazırlandı. Hazırlanan bakteriyel süspansiyonların 0.5 ml alınarak, farklı oranda (% 2.5, 5, 10) safra içeren 4,5 ml steril PBS içeren tüplere inoküle edildi. Örnekler 28 °C'de 1,5 saat inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon sonrası örneklerin steril PBS içerisinde seri dilusyonları hazırlandı ve bu dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak MRS agar'a yayma plak tekniği ile ekim yapılarak canlı bakteri sayımı yapıldı (Balcazar vd., 2008).

Aday probiyotik bakterilerin pH toleranslarının belirlenmesi: Aday probiyotik bakterilerin farklı pH şartlarına toleransının belirlenmesi amacıyla her bir aday probiyotik bakterinin PBS içerisindeki süspansiyonları 10⁸ kob/ml olacak şekilde hazırlandı. Her bir bakteri

süspansiyonundan 0,5 ml alınarak HCl (1M) eklenerek farklı pH değerlerinde (pH 1, 2 ve 3) ayarlanmış olan 4,5 ml PBS içerisine inoküle edildi. Örnekler 28 °C'de 1,5 saat inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon sonrası örneklerin steril PBS içerisinde seri dilusyonları hazırlandı ve bu dilüsyonlardan 0.1 ml alınarak MRS agar'a yayma plak tekniği ile ekim yapılarak canlı bakteri sayımı yapıldı (Balcazar vd., 2008; Perez-Sanchez vd., 2011).

Aday probiyotik bakterilerin antimikrobiyal duyarlılıkları: Belirlenen potansiyel probiyotik bakterilerin antibiyotik duyarlılıkları disk difüzyon testi ile değerlendirildi. Bu amaçla öncelikle her bir izolatın MRS broth içerisinde bir gecelik subkültürleri hazırlandı ve yoğunlukları Mc Farland No 0,5'e göre ayarlandı. Daha sonra hazırlanmış olan bakteriyel süspansiyonlardan 0.1 ml alınarak MRS agar'a steril swap yardımıyla ekildi. Ekim sonrası petrilere 30 dakika oda sıcaklığında bırakıldı ve bu süre sonunda agar yüzeyine antibiyotik diskleri yerleştirildi. Çalışmada amoksisilin/klavulanik asit (30 µg), ampisilin (10 µg), doksisisiklin (30 µg), enrofloksasin (5 µg), eritromisin (15 µg), florfenikol (30 µg), flumequin (30 µg), gentamisin (10 µg), kanamisin (30 µg), klortetrasiklin (30 mcg), nalidiksik asit (30 µg), oksolinik asit (2 µg), penisilin (10 U), tetrasiklin (30 µg) ve trimetoprim/sulfametazol (1.25/23.75 µg) (Bioanalyse, Türkiye) olmak üzere 15 farklı antibiyotik diski kullanıldı. Antibiyotik diskleri yerleştirilen petrilere 28° C'de 48 saat inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon sonrası antibiyotik diskleri etrafında oluşan inhibisyon zon çapları ölçüldü. Zon çaplarına göre sonuçlar duyarlı (≥ 21 mm), orta düzeyde duyarlı (16–20 mm) ve dirençli (≤ 15 mm) olarak değerlendirildi (Vlkova vd., 2006).

Aday probiyotik bakterilerin moleküler identifikasyonu: Aday probiyotik bakterinin moleküler identifikasyonu *Lactobacillus* spp. ve *L. acidophilus* spesifik primer dizilerinin kullanıldığı PCR denemeleri ile yapıldı. Bu amaçla öncelikle izolatların genomik DNA'ları prensibi spin kolon ile filtrasyon esasına dayanan ticari DNA ekstraksiyon kiti kullanılarak (Blood&Tissue, Invitrogen, Kanada) üretici firma talimatlarına göre elde edildi. Kit içeriğine ek olarak Gram pozitif bakteriler için 0,06 g Tris-HCl, 0,15 g EDTA, 240 µl Triton X-100, 0,4 g lizozim'den oluşan 20 ml lizozim lizis buffer hazırlandı. *Lactobacillus* spp.'nin PCR ile cins düzeyinde identifikasyonunda Lacto F (TGG AAA CAG GTG CTA ATA CCG) ve Lacto R (CCA TTG TGG AAG ATT CCC) primerleri kullanıldı (Markiewicz & Biedrzycka, 2005). *Lactobacillus* spp. pozitif olarak bulunan izolatlar *L. acidophilus* spesifik PCR ile identifiye edildi. Bu aşamada PCR'da LacidoF (CAC TTC GGT GAT GAC GTT GG) ve LacidoR (CGA TGC AGT TCC TCG GTT AAG C) primerleri kullanıldı (Sul vd., 2007). *Lactobacillus* spp. ve *L. acidophilus* için sırasıyla 230 bp ve 575 bp'lik

amplifikasyon ürünlerinin görülmesi pozitif olarak değerlendirildi.

BULGULAR

Laktik Asit Bakterilerinin izolasyonu: Sağlıklı görünümde olan 25 gökkuşağı alabalığının bağırsak florasından toplamda 47 Gram pozitif, katalaz ve oksidaz aktivitesi negatif olan bakteriyel izolat elde edildi.

Antagonistik aktivite testi: Agar well difüzyon testi ile toplam altı izolatın etrafında *L. garvieae*'ye karşı şeffaf inhibisyon zonu olduğu saptandı. Yapılan skorlama sonucu izolatlardan ikisinin orta, dördünün ise yüksek düzeyde antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlendi (Tablo 1).

Tablo 1. *L. garvieae*'ye karşı antagonistik aktivite gösteren LAB'lar.

Table 1. LABs that show antagonistic activity against *L. garvieae*.

İzolatlar	İnhibisyon zonu (mm)	Skorlama
2	19,81	2 (orta)
9	23,27	3 (yüksek)
10	19,63	2 (orta)
19	22,79	3 (yüksek)
20	22,81	3 (yüksek)
27	20,99	3 (yüksek)

Aday probiyotik bakterilerin hidrofobisitesinin belirlenmesi: *L. garvieae*'ye karşı antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenen 6 izolatın % 0,03 Kongo Kırmızısı ilave edilmiş MRS agar'da 72 saat sonunda kırmızı renkli koloniler oluşturduğu saptandı. Dolayısıyla aday probiyotik bakterilerin tamamı hidrofobik olarak değerlendirildi.

Aday probiyotik bakterilerin safra toleranslarının belirlenmesi: Aday probiyotik bakterilerin safra tolerans testi sonuçları Tablo 2'de verildi. Buna göre izolatların 2, 10, 19 ve 27 nolu izolatların % 2,5-10 arasındaki tüm safra konsantrasyonlarına toleranslı oldukları saptandı. % 2,5 safra oranının 9 ve 20 nolu izolatların üremelerini kısmen inhibe ettikleri belirlendi.

Tablo 2. LAB izolatlarının safra toleransları (kob/ml).

Table 2. Bile tolerance of LAB isolates (cfu/ml).

% safra	İzolatlar					
	2	9	10	19	20	27
0	4,0x10 ⁸	1,3x10 ⁸	1,1x10 ⁸	1,5x10 ⁸	2,5x10 ⁸	1,86x10 ⁸
2,5	4,45x10 ⁸	6,0x10 ⁷	1,7x10 ⁸	1,53x10 ⁸	9,0x10 ⁷	1,1x10 ⁸
5	4,5x10 ⁸	8,6x10 ⁷	1,13x10 ⁸	1,3x10 ⁸	1,5x10 ⁸	1,4x10 ⁸
10	4,73x10 ⁸	1,26x10 ⁸	1,36x10 ⁸	1,36x10 ⁸	1,33x10 ⁸	1,46x10 ⁸

Aday probiyotik bakterilerin pH toleranslarının belirlenmesi: Aday probiyotik bakterilerin pH tolerans testi sonuçları Tablo 3'de verildi. Tüm izolatların 1 pH'da inhibe oldukları, 2 ve 3 pH'da ise hayatta kalabildikleri saptandı.

Tablo 3. LAB izolatların pH tolerans düzeyleri (kob/ml)

Table 3. pH tolerance level of LAB isolates (cfu/ml)

pH	İzolatlar					
	2	9	10	19	20	27
1	-	-	-	-	-	-
2	1,0x10 ⁶	6,5x10 ⁵	7,0x10 ⁵	8,0x10 ⁵	9,0x10 ⁵	5,5x10 ⁶
3	1,27x10 ⁸	3,9x10 ⁷	3,3x10 ⁷	1,3x10 ⁸	1,2x10 ⁸	1,5x10 ⁸

- saptanamadı

Aday probiyotik bakterilerin antimikrobiyal duyarlılıkları: İzolatların tamamının 5 farklı antibiyotiğe karşı dirençli olduğu belirlendi. Bununla birlikte izolatların tamamının amoksisilin/klavulanik asit, doksisisiklin, eritromisin, florfenikol, klortetrasiklin, penisilin ve tetrasiklin'e karşı duyarlı olduğu saptandı. İzolatların sergilediği antimikrobiyal profiller Tablo 4'de sunuldu.

Tablo 4. Disk difüzyon test sonuçları ve sonuçların değerlendirilmesi

Table 4. Disk diffusion test results and evaluation of these results

Antibiyotikler	İzolatlar					
	2	9	10	19	20	27
AMC (30 µg)	S(34)	S(36)	S(38)	S(36)	S(41)	S(40)
AM (10 µg)	R(15)	R(14)	I(17)	I(20)	S(21)	S(21)
DO (30 µg)	S(39)	S(36)	S(35)	S(34)	S(33)	S(34)
ENR (5 µg)	I(18)	I(18)	S(21)	I(20)	I(19)	I(18)
E (15 µg)	S(30)	S(27)	S(29)	S(26)	S(28)	S(27)
FFC (30 µg)	S(37)	S(30)	S(36)	S(34)	S(40)	S(35)
FLM (30 µg)	I(16)	R(14)	R(15)	R(14)	R(8)	R(0)
CN (10 µg)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)
K (30 µg)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)
CHT (30 mcg)	S(36)	S(37)	S(38)	S(39)	S(40)	S(34)
NA (30 µg)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)
OA (2 µg)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)
P (10 U)	S(38)	S(40)	S(39)	S(39)	S(42)	S(40)
TE (30 µg)	S(31)	S(26)	S(31)	S(26)	S(30)	S(30)
STX (1.25/23.75 µg)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)

AMC: Amoksisilin/klavulanik asit, AM: Ampisilin, DO: Doksisisiklin, E: Eritromisin, ENR: Enrofloksasin, FFC: Florfenikol, FLM: Flumequin, CN: Gentamisin, K: Kanamisin, CHT: Klortetrasiklin, NA: Nalidiksik asit, OA: Oksolinik asit, P: Penisilin, TE Tetrasiklin, STX: Trimetoprim/sulfametoksazol, S: duyarlı, I: Orta derece duyarlı, R: Dirençli.

Aday probiyotik bakterilerin moleküler identifikasyonu: Aday probiyotik bakterilerin cins düzeyinde identifikasyonu sonucu tüm izolatların 230 bp büyüklüğünde amplifikasyon ürünleri verdiği saptandı. Bu izolatlara *L. acidophilus* spesifik PCR uygulaması sonucunda 2, 9, 10, 19 ve 20 nolu izolatların 575 bp'lik amplifikasyon ürünü verdiği saptandı ve bu izolatlar *L. acidophilus* olarak tanımlandı. Diğer 27 nolu izolat ise *Lactobacillus* spp. olarak değerlendirildi.

TARTIŞMA

Balıklarda gastrointestinal kanal, çevre ile balık arasındaki etkileşimin olduğu en önemli yapılardan bir tanesidir. Bu nedenle bu kanal içerisinde LAB gibi faydalı bakterilerin bulunması olası patojenler ile karşılaşmada hayati önem taşımaktadır (Ringo vd., 1996). Balıkların sahip olduğu intestinal mikrobiyaya beslenme, fizyoloji ve balığın etrafında bulunan çevresel koşullardan etkilenmektedir. Dolayısıyla türler arasında değişkenlik göstermektedir (Cahill, 1990). Eskiden balıkların gastrointestinal kanal mikrobiyotasının belirlenmesinde

kültüre bağımlı metotlar kullanılmaktaydı. Ancak bu tür metotların kullanımında görülen sınırlamalar, son yıllarda kültür bağımsız genetik metotların kullanımını arttırmıştır. Yapılan araştırmalar sonucu balıklarda *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Carnobacterium*, *Weissella* ve *Pediococcus* cinslerinin bağırsak florasının yerel türleri olduğu ortaya konulmuştur. Gastro intestinal kanala kolonize olan bakteriler arasında özellikle LAB'lar sindirim kanalının gelişimine katkı sağlaması, immun yanıtı uyarması ve hastalıklara karşı direnci artırması nedeniyle su ürünleri yetiştiriciliğinde probiyotik olarak kullanılabilir en önemli bakterilerdendir (Ringo vd., 2018).

Farklı balık türlerinde LAB'ların izole edildiği ve izolatların çeşitli patojenlere karşı antagonistik aktiviteye sahip olup olmadıklarının değerlendirildiği birçok çalışma bulunmaktadır. Balcazar vd., (2007) sağlıklı salmonidlerin bağırsaklarından izole edilen *L. lactis* subsp. *lactis* CLFP100, *L. lactis* subsp. *cremoris* CLFP102'in *Y. ruckeri* ve *V. anguillarum*'a, *L. lactis* subsp. *cremoris* DSM 20069'in *L. garvieae*'ye karşı, *L. curvatus* CLFP150 izolatının ise *V. salmoninarum*'a karşı antagonistik etkiye sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Perez-Sanchez vd., (2011) gökkuşuğu alabalığı bağırsaklarından izole ettikleri *L. plantarum*, *L. lactis* ve *Leuconostoc mesenteroides* suşlarının *L. garvieae*'ye karşı antagonistik etkileri olduğunu bildirmişlerdir. Nguyen vd., (2017) *L. lactis* WFLU12 suşunu Japon pisi balıklarının (*Paralichthys olivaceus*) bağırsaklarından izole etmişler ve bu suşun *Streptococcus parauberis*'e karşı etkin olduğunu bildirmişlerdir. Didinen vd., (2018) gökkuşuğu alabalıklarının mikrobiotasından izole edilen *L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. garvieae*, *P. acidilactici* ve *Lactobacillus sakei* türlerinin *Vagococcus salmoninarum*'a karşı antagonistik etkiye sahip olduklarını, aynı izolatların *L. garvieae*'ye karşı herhangi bir antagonistik aktivite göstermediklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada gökkuşuğu alabalıklarının bağırsaklarından izole edilmiş *L. acidophilus* ve *Lactobacillus* spp. izolatlarının *L. garvieae*'ye karşı antagonistik aktiviteye sahip oldukları belirlenmiştir.

Patojenlere karşı antagonistik etkilere sahip olan probiyotik adaylarının balıkların gastrointestinal kanalında kolonize olması ve yüksek safra konsantrasyonlarını ve asidik pH'yi tolere edebilmesi istenilen en önemli özelliklerindedir. Salmonid balıkların sindirim kanalındaki fizyolojik safra konsantrasyonu % 0,4-1,3 aralığında değişmektedir. Bununla birlikte aday probiyotiklerin safra tolerans düzeylerinin belirlenmesinde (*in vitro* şartlarda) % 2,5-10 arası safra konsantrasyonları kullanılmıştır (Balcazar vd., 2008). Bu çalışmada elde edilen probiyotik bakteri adaylarının tamamının %10 safrayı tolere edebildiği belirlenmiştir. Benzer şekilde

Didinen vd., (2018) *V. salmoninarum*'a karşı antagonistik etki gösteren suşlardan *L. lactis* subsp. *cremoris* suşlarının ve *L. garvieae* (1-3) suşunun % 2,5-10 arasındaki tüm safra konsantrasyonlarına toleranslı olduklarını saptamışlardır. Ancak araştırmacılar bazı izolatların ise (*L. lactis* subsp. *lactis*, *L. garvieae* 1-4 ve *P. acidilactici* 3-5) % 2,5 safraya duyarlı olduklarını bildirmişlerdir. Perez-Sanchez vd., (2011) *L. lactis*, *L. plantarum* ve *L. mesenteroides* izolatlarının % 1 safra koşullarında 3 saat inkübasyona toleranslı olduğunu saptamışlardır. Yine bir başka çalışmada Sorroza vd., (2012) %10 deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*) safrasının dil balıklarının (*Solea solea*) bağırsaklarından izole ettikleri *V. fluvialis*'in üremesini % 66,7 oranında inhibe ettiğini bildirmişlerdir.

Balıklarda mide pH'sı türler arasında değişkenlik göstermektedir. Örneğin gökkuşuğu alabalıklarının mide pH'sı 2,5-3,5 arasında (Lavelle & Harris, 1997) iken tilapia'larda (*Oreochromis niloticus*) bu değer 1,4-1,5 arasındadır (Getachew, 1989). Probiyotik adayı mikroorganizmaların mide pH'sından etkilenmeden geçebilmeleri için türlere özgü pH aralıklarına toleranslı olmaları gerekmektedir. Bu çalışmada elde edilen aday probiyotik bakterilerin tamamının pH 2 ve 3 değerlerinde hayatta kalabildikleri belirlendi. Dolayısıyla izolatların tamamı gökkuşuğu alabalığının midesinden etkilenmeden geçebilecek potansiye sahip olduğu ortaya konuldu. Didinen vd., (2018) probiyotik olarak değerlendirdikleri bakterilerin pH 1,5-3 arasında farklı seviyede toleransa sahip olduklarını belirlemişlerdir. Balcazar vd., (2008) gökkuşuğu alabalıklarından izole ettikleri *L. lactis*, *L. plantarum* ve *L. fermentum* suşlarının tamamının 2,5-6,5 pH değerlerine 1.5 saat süreyle maruz bırakıldıklarında hayatta kalabildiklerini, 1-2 pH'ya ise tolerans gösteremediklerini bildirmişlerdir.

Probiyotik bakterilerin konakçı organizmanın bağırsak epitel hücrelerine tutunma yani kolonize olma yeteneğinin olması probiyotikler için önemli bir özelliktir (Perez-Sanchez vd., 2011). Bakterilerin hidrofobik özellikte olmaları, bağırsak epitel hücrelerine tutunma kabiliyetlerinin olduğunu göstermektedir (An & Friedman, 2000; Rinkinen vd., 2004). Bu çalışmada *L. garvieae*'ye karşı antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenen aday probiyotik bakterilerin intestinal mukozaya tutunma yetenekleri, hidrofobisite özelliklerinin incelenmesi ile belirlendi ve aday probiyotik bakterilerin tamamı hidrofobik olarak değerlendirildi. Perez-Sanchez vd., (2011) de *L. garvieae*'ye karşı antagonistik aktiviteye sahip olduklarını belirledikleri *L. plantarum* ve *L. lactis* suşlarının hidrofobik olduğunu belirlemişlerdir.

Su ürünleri sektöründe antimikrobiyal bileşikler yeme ilave edilerek ya da immersiyon şeklinde kullanılmaktadır. Ancak kemoterapi uygulamaları bağırsak fizyolojisinin homeostazisini bozabilmekte ve balıkların

enfeksiyonlara karşı savunmasız olmasına neden olabilmektedir. Bu bakımdan, antibiyotiklere dirençli probiyotikler balıklarda antibiyotik uygulamaları sırasında bağırsaklarda faydalı mikroorganizmaların uzun süreler boyunca yerleşmesine neden olabilir (Kim & Austin, 2008). Ancak antibiyotik direncinin genetik mekanizmalar yoluyla diğer mikroorganizmalara transfer olabildiği gerçeği unutulmamalıdır (Marti vd., 2014). Dolayısıyla probiyotiklerin güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için dirençsiz organizmaların seçilmesi gerekir. Bu çalışmada da probiyotik bakteri adaylarının kullanılan antibiyotiklerin en az yarısına (yedi adet) duyarlı bulunması bakterilerin probiyotik olarak kullanılabilirliği açısından önemli bir bulgudur. Ancak genetik olarak antibiyotik direnç geni veya genlerini taşıyıp taşımadıklarının belirlenmesi gerekir.

Sonuç olarak bu çalışma ile ülkemiz kültür balığı yetiştiriciliğinde yaygın olarak görülen *L. garvieae*'nin kontrol altına alınmasında kullanılacak olası probiyotik bakteriler elde edilmiştir. Patojenik mikroorganizmaları önlemek ve balık hastalıklarının görülme sıklığını azaltmak için yararlı mikroorganizmaların kullanımı yoluyla probiyotik uygulamaları giderek artan bir ilgi görmektedir. Ancak bu alanda *in vitro* probiyotik özellikle olduğu belirlenen izolatların saha şartlarında etkinliklerinin belirlenebilmesi için *in vivo* çalışmaların yapılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.VET.1904.17.005 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Altun, S., Diler, Ö. & Adiloğlu A.K. (2004). Genotyping of *Lactococcus garvieae* strains from Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by 16S rDNA sequencing. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, **24**, 119-125.
- Altun, S., Onuk, E.E., Çiftci, A., Büyükekiz, A.G. & Duman, M. (2013). Phenotypic, genotypic characterisation and antimicrobial susceptibility determination of *Lactococcus garvieae* strains. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **19**, 375-381.
- An, Y. & Friedman, R.J. (2000). Handbook of Bacterial Adhesion: Principles, Methods and Applications. Totowa, New Jersey: Humana Press.
- Balcazar, J.L., Vendrell, D., de Blas, I., Ruiz-Zarzuola, I., Girones, O. & Muzquiz, J.L. (2007). In vitro competitive adhesion and production of antagonistic compounds by lactic acid bacteria against fish pathogens. *Veterinary Microbiology*, **122**, 373-380.
- Balcazar, J.L., Vendrell, D., de Blas, I., Ruiz-Zarzuola, I., Muzquiz, J.L. & Girones, O. (2008). Characterization of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of fish. *Aquaculture*, **278**(1-4), 188-191.
- Balta F. & Dengiz Balta, Z. (2019). The isolation of *Lactococcus garvieae* from eyes of diseased rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with exophthalmia. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, **4**(1), 27-33.
- Cahill, M.M. (1990). Bacterial flora of fishes: a review. *Microbial Ecology*, **19**(1), 21-41.
- Capkin, E. & Altinok, I. (2009). Effects of dietary probiotic supplementations on prevention/treatment of yersiniosis disease. *Journal of Applied Microbiology*, **106**(4), 1147-1153.
- Dhar, A.K., Manna, S.K. & Allnut, F.T. (2014). Viral vaccines for farmed finfish. *Virusdisease*, **25**(1), 1-17.
- Didinen, B.I., Metin, S., Onuk, E.E., Takmaz, H. & Ersoy, A.T. (2014a). Isolation and characterization of potential probiotic bacteria from rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) rearing units against bacterial pathogens. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, **66**, 1006-1014.
- Didinen, B.I., Onuk, E.E., Metin, S. & Cayli, O. (2018). Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792), with inhibitory activity against *Vagococcus salmoninarum* and *Lactococcus garvieae*. *Aquaculture Nutrition*, **24**(1), 400-407.
- Didinen, B.I., Yardimci, B., Onuk, E.E., Metin, S. & Yildirim, P. (2014b). Naturally *Lactococcus garvieae* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792): new histopathological observations, phenotypic and molecular identification. *Revue de Medecine Veterinaire*, **165**(1-2), 12-19.
- Diler, O., Altun, S., Adiloglu, A.K., Kubilay, A. & Isikli, B. (2002). First occurrence of Streptococcosis affecting farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Turkey. *Bulletin-European Association of Fish Pathologists*, **22**(1), 21-26.
- Getachew, T. (1989). Stomach pH, feeding rhythm and ingestion rate in *Oreochromis niloticus* L. (Pisces: Cichlidae) in Lake Awasa, Ethiopia. *Hydrobiologia*, **174**(1), 43-48.

- Gibello, A., Galan-Sanchez, F., Blanco, M.M., Rodríguez-Iglesias, M., Domínguez, L. & Fernández-Garayzábal, J.F. (2016).** The zoonotic potential of *Lactococcus garvieae*: an overview on microbiology, epidemiology, virulence factors and relationship with its presence in foods. *Research in Veterinary Science*, **109**, 59-70.
- Heuer, O.E., Kruse, H., Grave, K., Collignon, P., Karunasagar, I. & Angulo, F.J. (2009).** Human health consequences of use of antimicrobial agents in aquaculture. *Clinical Infectious Diseases*, **49**(8), 1248-1253.
- Kim, D.H. & Austin, B. (2008).** Characterization of probiotic carnobacteria isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) intestine. *Letters in Applied Microbiology*, **47**(3), 141-147.
- Lavelle, E.C. & Harris, J.E. (1997).** The processing of an orally administered protein antigen in the digestive tract of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, **117**(2), 263-275.
- Lin, Y.H., Chen, Y.S., Wu, H.C., Pan, S.F., Yu, B., Chiang, C.M., Chiu, C.M. & Yanagida, F. (2013).** Screening and characterization of LAB-produced bacteriocin-like substances from the intestine of grey mullet (*Mugil cephalus* L.) as potential biocontrol agents in aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, **114**(2), 299-307.
- Lopez Cazorla, A., Sica, M.G., Brugnoli, L.I., Marucci, P.L. & Cubitto, M.A. (2015).** Evaluation of *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* isolated from Jenyn's sprat (*Ramnogaster arcuata*) as probiotic for juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792). *Journal of Applied Ichthyology*, **31**(1), 88-94.
- Markiewicz, L. & Biedrzycka, E. (2005).** Identification of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species with PCR applied to quality control of fermented dairy beverages. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **14**(4), 359-365.
- Marti, E., Variatza, E. & Balcazar, J.L. (2014).** The role of aquatic ecosystems as reservoirs of antibiotic resistance. *Trends in Microbiology*, **22**(1), 36-41.
- 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.
- Mukherjee, A. & Ghosh, K. (2016).** Antagonism against fish pathogens by cellular components and verification of probiotic properties in autochthonous bacteria isolated from the gut of an Indian major carp, *Catla catla* (Hamilton). *Aquaculture Research*, **47**(7), 2243-2255.
- Nguyen, T.L., Park, C.I. & Kim, D.H. (2017).** Improved growth rate and disease resistance in olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, by probiotic *Lactococcus lactis* WFLU12 isolated from wild marine fish. *Aquaculture*, **471**, 113-120.
- Onuk, E.E. & Findık, A. (2015).** Balıklarda antibiyotik dirençliliği. *Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri-Farmakoloji ve Toksikoloji Özel Dergisi*, **1**(2), 35-41.
- Perez-Sanchez, T., Balcazar, J.L., Garcia, Y., Halaihel, N., Vendrell, D., De Blas, I., Merrifield, D.L. & Ruiz-Zarzuela, I. (2011).** Identification and characterization of lactic acid bacteria isolated from rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), with inhibitory activity against *Lactococcus garvieae*. *Journal of Fish Diseases*, **34**, 499-507.
- Ringo, E., Birkbeck, T.H., Munro, P.O., Vadstein, O. & Hjelmeland, K. (1996).** The effect of early exposure to *Vibrio pelagius* on the aerobic bacterial flora of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.) larvae. *Journal of Applied Bacteriology*, **81**(2), 207-211.
- Ringo, E., Hoseinifar, S.H., Ghosh, K., Doan, H.V., Beck, B.R. & Song, S.K. (2018).** Lactic acid bacteria in finfish-An update. *Frontiers in Microbiology*, **9**, 1818.
- Rinkinen, M.L., Koort, J.M., Ouwehand, A.C., Westermarck, E. & Björkroth, K.J. (2004).** *Streptococcus alactolyticus* is the dominating culturable lactic acid bacterium species in canine jejunum and feces of four fistulated dogs. *FEMS Microbiology Letters*, **230**(1), 35-39.
- Safari, R., Adel, M., Lazado, C.C., Caipang, C.M.A. & Dadar, M. (2016).** Host-derived probiotics *Enterococcus casseliflavus* improves resistance against *Streptococcus iniae* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) via immunomodulation. *Fish & Shellfish Immunology*, **52**, 198-205.
- Sharma, K.K., Soni, S.S. & Meharchandani, S. (2006).** Congo red dye agar test as an indicator test for detection of invasive bovine *Escherichia coli*. *Veterinarski Arhiv*, **76**(4), 363-366.
- Smith, P., Hiney, M.P. & Samuelsen, O.B. (1994).** Bacterial resistance to antimicrobial agents used in fish farming: a critical evaluation of method and meaning. *Annual Review of Fish Diseases*, **4**, 273-313.
- Soltani, M., Pakzad, K., Taheri-Mirghaed, A., Mirzargar, S., Shekarabi, S.P.H., Yosefi, P. &**

- Soleymani, N. (2019).** Dietary application of the probiotic *Lactobacillus plantarum* 426951 enhances immune status and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) vaccinated against *Yersinia ruckeri*. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, *11*(1), 207-219.
- Sorroza, L., Padilla, D., Acosta, F., Roman, L., Grasso, V., Vega, J. & Real, F. (2012).** Characterization of the probiotic strain *Vagococcus fluvialis* in the protection of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) against vibriosis by *Vibrio anguillarum*. *Veterinary Microbiology*, *155*(2-4), 369-373.
- Sul, S.Y., Kim, H.J., Kim, T.W. & Kim, H.Y. (2007).** Rapid identification of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* in probiotic products using multiplex PCR. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, *17*(3), 490-495.
- Vikova, E., Rada, V., Popelarova, P., Trojanova, I. & Killer, J. (2006).** Antimicrobial susceptibility of bifidobacteria isolated from gastrointestinal tract of calves. *Livestock Science*, *105*, 253-259.



Azerbaycan'ın Akvatik Bitki Kommuniteleri'nin Fitososyolojik Özellikleri

Murad MUSAYEV¹ Vagif ATAMOV^{2*}

¹Azerbaycan MBA, Botanik Enstitüsü, Batamdar Shosesi 40, Bakü/Azerbaycan
^{2*}Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Rize/Türkiye

Geliş/Received: 14.09.2020

Kabul/Accepted: 30.11.2020

Atıf yapmak için: Musayev, M. & Atamov, V. (2020). Azerbaycan'ın Akvatik Bitki Kommuniteleri'nin Fitososyolojik Özellikleri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 655-667.

How to cite: Musayev, M. & Atamov, V. (2020). Phytosociological Features of Aquatic Plant Communities of Azerbaijan. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 655-667.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-6718-7979>

***Sorumlu yazarın:**

Vagif ATAMOV
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen
Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
Rize, Türkiye
✉: vagif.atamov@erdogan.edu.tr
Cep telefonu : +90 (536) 636 40 21
Telefon : +90 (464) 223 40 93
Faks : +90 (464) 223 40 19

Öz: Bu çalışma 2007-2018 yılları arasında Azerbaycan'ın su-bataklık vejetasyonunda yayılış gösteren bitki birliklerinin belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Habitat ve fitososyolojik özelliklerine göre 5 tipe ait toplam 101 bitki birliği ve gruplaşmaları belirlenmiştir. Bunlardan; saf su içi birlikler 33, sahil bataklık birlikleri 31, ıslak çimen birlikleri 13, sucul orman birlikleri 8, hidrohalofitleri ise 17 bitki birliğinden oluşmaktadır. Vejetasyonun oluşumunda *Pragmites austuralis*, *Juncus littoralis*, *J. acutus*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Schoenoplectus maritimus*, *Potamogeton salicifolius*, *P. pectinatus*, *Najas minor ssp. intermedia*, *N. minor ssp. armata*, *N. minor ssp. marina*, *Ceratophyllum submersum*, *C. demersum*, *Polygonum amphibium* popülasyonu yoğun olan taksonlardır.

Anahtar kelimeler: Akvatik kommuniteler, Azerbaycan, bitki çeşitliliği, fitososyoloji, vejetasyon.

Phytosociological Features of Aquatic Plant Communities of Azerbaijan

***Corresponding author's:**

Vagif ATAMOV
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of
Arts and Sciences, Department of Biology,
Rize, Turkey.
✉: vagif.atamov@erdogan.edu.tr
Mobile telephone: +90 (536) 636 40 21
Telephone : +90 (464) 223 40 93
Fax : +90 (464) 223 40 19

Abstract: This study was carried out with the aim of determining the plant associations that spread in the water-swamp vegetation of Azerbaijan between 2007-2018. A total of 101 plant associations and groupings belonging to 5 types were determined according to their habitat and phytosociological characteristics. Of these; pure water troops 33, coastal swamp troops 31, wet grass units 13, aquatic forest units 8, hydrohalophytes 17 plant unions. In the formation of vegetation, *Pragmites austuralis*, *Juncus littoralis*, *J. acutus*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Schoenoplectus maritimus*, *Potamogeton salicifolius*, *P. pectinatus*, *Najas minor ssp. intermedia*, *N. minor ssp. armata*, *N. minor ssp. Marina*, *Ceratophyllum submersum*, *C. demersum*, *Polygonum amphibium* are taxa with dense populations.

Keywords: Aquatic community, Azerbaijan, plant diversity, phytosociology, vegetation.

GİRİŞ

Azerbaycan sınırları içerisinde 125 familya ve 920 cinsine ait 4500 vasküler bitkiye rastlanılmaktadır (Karyagin, 1961). Azerbaycan florası Kafkasya'nın diğer cumhuriyetlerine nazaran daha zengindir. Ülkemizde rastlanan bitki türleri Kafkasya florasının %66'sını kapsamaktadır (Grosshaym, 1948).

Azerbaycan'da yüz ölçümü toplam 395 km² olan 450 göl vardır. Bunlar: buzul kaynaklı, subasar kaynaklı, bent kaynaklı, lagun kaynaklı, karst kaynaklı, toprak

kayması kaynaklı göller ve relikt göller olmakla 7 tipe ayrılır (Memmedov, 2011).

Azerbaycan'ın en uzun nehri 1.364 km uzunlukta olan ve Hazar Denizi'ne dökülen Kur Nehri'dir. Aras nehri ise 1.072 km'dir. En büyük doğal gölü 67,0 km² ile Sarısu Gölü, en büyük yapay gölü ise 605,0 km² ile Mingçeşevir Baraj Gölü'dür.

Bu tip bitkilere Azerbaycan'ın tüm bölgelerinde olmak üzere, düzenlik ve dağlık arazilerde rast

gelmektedir (Musayef & Atamov, 2017). Su-bataklık bitki birlikleri relik bitki birliklerinden olup, buzlaşma döneminin etkisinde kalmamış ve sucul ekosistemlerin oluşmasına neden olmuştur (Grossheym, 1940). Su-bataklık bitkileri uzun süren evrimsel gelişme zamanı kazandıkları adaptasyonlar sonucu körfez, göl, bataklık, baraj ve kanalların kenarlarında geniş yayılmıştır.

Su-bataklık ekosistemleri dünyanın her yerinde yayılış göstermektedir (Kats, 1961; Aliyev 1969; Grandstein & Smittenberg, 1977; Katanskaya, 1981; Seçmen & Leblebici, 1984, 1996; Behçet & Altan, 1994; Çakan ve Düzenli, 1993; Çivelek & Çetin, 1993; Golub vd.,1991). “Azerbaycan’ın kırmızı kitabı” (2013) eserine göre yalnız Azerbaycan’a arazisine ait ise 140 bitki türüne rastlanılmaktadır. Bu bitkiler içerisinde sadece su-bataklık ekosistemlerinde yayılış gösteren ve soyunun tükenme tehidi altında olan bitkiler de vardır. Bunların korunması ve tehid altına düşmemesi için su-bataklık tipli habitatların korunması önem arz etmektedir.

Azerbaycan arazisinde su-bataklık vejetasyonu bir çok botanikçiler (Grossheym, 1936, 1948; Prilipko, 1970; Aliyev, 1969; Babayev, 1974; Efendiyeva, 1998; Hacıyev, 1970; Hacıyev vd., 1991; Atamov, 2008; Talıbov & İbrahimov, 2008; İbrahimov, 2008; Musayev, 2010, 2013; Atamov & Musayev, 2017; Atamov vd, 2017) tarafından araştırılmıştır. Fakat bu ekosistemlerde vejetasyonunun sintaksonomik yapısının günümüzde kabul gören bir sınıflandırılmasının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tip alanların sintaksonomik yapısının açıklanabilmesi için ise detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır.

Azerbaycan arazisinde kuşların göç yolu olarak bilinen Kızılağaç körfezinde akuatik komüniteler Grossheym (1936, 1948), sonralar ise Prilipko (1970) ve Aliyev (1969) tarafından araştırılmıştır.

Aliyev, (1969) Lenkeran düzündü, Babayev, (1974) Küçük Kafkasya’nın yüksek dağ kesimlerinde, Efendiyeva, (1989) Abşeron yarımadasında, Musayev, (2010) ise Kür-Araz ovalığında uzun yıllar su-bataklık vejetasyonunun floristik ve fitososyolojik özelliklerini araştırmışlardır.

Nahçıvan’ın genel bitki örtüsünde yapılan çalışmalar sonucu bölgede su-bataklık komünitelerinin mevcut olduğunu, çok sayıda taksonların yeni kayıt olarak flora listesine eklendiğini görmek mümkündür (Talıbov & İbrahimov, 2008).

Memmedov, (2011) Kür çökeklüğündeki göllerin farklılıklarında ortamın ekolojik şartları, suyun terkibi, kimyasal içeriği, tuzluluğu, yükselti ve sıcaklık gibi faktörlerin önemli rol olduğunu vurgulamıştır.

Su-bataklık bitki örtüsünde yıllık yağış miktarı 300-650 (700) mm arasında değişmektedir. Yazlar aşırı sıcak, kışlar soğuk geçer. Çalışma alanı, bitki örtüsünün karakterini belirleyen karasal iklim altındadır.

Bitki örtüsünün gelişmesini bölgenin topografik-coğrafik ve toprak-iklim şartları, dikey kuşaklanma ve bir çok diğer özellikler etkilemektedir.

MATERYAL ve METOT

Arazi çalışmaları 2007-2018 yılları arasında Azerbaycan’ın düzlük ve dağlık bölgelerinde yerleşen göl ve bataklıklarda, deniz kenarı alanlarda, özellikle Lenkeran ovalığı (Büyük ve Küçük Kızılağaç Körfezi), Samur-Deveçi düzü (Deveçi Limanı), Candar Gölü ve Nahçıvan’ın ovalık ve dağlık kesimlerinde (Batabat gölü, Araz deryaçası, Ordubad arazisindeki Göy-göl gölü), Kür-Araz ovalığında (Hacıgabal, Sarısu) ve Abşeron yarımadasında (Masazır tuz gölü, Lökbatan ve Kanlıgöl) gerçekleştirilmiştir.

Bitki örnekleri farklı vejetasyon dönemlerinde toplanmıştır. Örneklerin teşhisi 8 ciltlik “Azerbaycan Florası” eserine göre yapılmıştır (Karyagin, 1961). Bu örnekler Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi Botanik Enstitüsü Herbarium Laboratuvarında saklanmaktadır. Nadir, endemik ve tehid altındaki türler Azerbaycanın Kırmızı Kitabı (2013) eserine göre değerlendirilmiş. Bitkilerin hayat formları Raunkier (1934) sistemine göre verilmiştir. Bitki birliklerinin fitososyolojik özellikleri ve vejetasyon tablolarının oluşturulması Braun-Blanquet (1964) metoduna göre “en küçük alan” prensibine göre, birliklerin sintaksonomik adlandırılması ise Weber vd., (2000) göre verilmiştir.

BULGULAR

Bu araştırma sonucu Azerbaycan’ın su-bataklık vejetasyonu Braun-Blanquet, (1964) metoduna göre araştırılmış ve sintaksonomik değerlendirme sonuçları aşağıda verilmiştir.

Su içi bitki birlikleri: Bu birlikler yavaş akan akarsu, göl ve deniz sahili yerlerde, körfezlerde, su derinliği 6 metreden den fazla olmayan yerlerde gövdeleri su üzerinde veya su içerisinde yerleşen saf bitki bitkileridir (Şekil 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).



Şekil 1. Kızılağaç Körfezinin bitki örtüsünde (12.07.2012) su içi birlikler.
Figure 1. In-water troops in the vegetation of Kızılağaç Bay (12.07.2012).

Azerbaycan sınırları içerisinde sucul komünitelerdeki bitki birliklerinin sistematik durumu aşağıda verilmiş şekildedir:

Sınıf: Charetea Fukarek ex Krausch 1964

Ordo: Charetalia Sauer ex Krause ex Krausch 1964

Alyans: Charion vulgaris (Krause et Leng 1977) Krause 1981.

Birlik: Charetum vulgaris Collion 1957.

Potamogeton natans-*Charetum vulgaris* MM & AV

2013.

Sınıf: Ruppiaetea

Ordo: Ruppiaetalia

Alyans: Ruppion maritimi

Birlik: Ruppium maritima Beguinot

Sınıf: Lemnetea De Bolos et Masclans 1955

Ordo: Lemnetalia minoris De Bolos et Masclans 1955

Alyans: Lemnion minoris De Bolos et Masclans 1955

Birlik: Lemnetum minoris (Oberq. 1957) Millee et

Görs 1960.

Lemnetum gibbae Miyawaki et J. Tx. 1960

Lemnetum trisulcae Soo 1927

Sınıf: Potametea R.Tx.et Preising 1942

Ordo: Potametalia Koch 1926

Alyans: Potamion pusilli Heyny 1978

Birlik: Potametum pectinatis Carstensen 1955

Alyans: Potamion lucentis Rivas-Martinez 1973

Birlik: Potametum lucentis Hueck 1931

Elodeetum canadensis Egger 1933

Valisnerietum spiralis MM & AV 2013

Alyans: Potamion pusilli Heyny 1978

Birlik: Potametum perfoliati Koch 1926 em Pass 1964

Potametum pectinato-perfoliati Den Hortog Segal 1964

Potamo-Najadetum (Hartovic 1931) Micevski 1958

Potamogeton heterophylli-Vallisnerietum spiralis

MM & AV 2013.



Şekil 2. *Potamogeton pectinatus*, Şabran Limanı.

Figure 2. *Potamogeton pectinatus*, Shabran Harbor.

Alyans: Najadion marinae

Birlik: Najadetum marinae (Oberd. 1957)

Fukarek 1964

Najadeto marinae-Zannichellietum palustris MM & AV 2013

Ordo: Hydrocharitetalia Rubel 1933

Alyans: Hydrocharition Rubel 1933

Birlik: Hydrocharitetum morsus-ranae Van

Langendonck 1935

Ceratophylletum demersi (Soo 1928) Egger 1933

Ceratophylletum submersum MM 2013



Şekil 3. *Najas marina* Şabran Limanı.

Figure 3. *Najas marina* Shabran Harbor.



Şekil 4. *Ceratophyllum submersum*, Şabran Limanı.

Figure 4. *Ceratophyllum submersum*, Shabran Harbor.



Şekil 5. *Potamogeton natans*, Batabat gölü Nahçıvan.

Figure 5. *Potamogeton natans*, Batabat lake Nakhchivan.

Alyans: Nymphaeion albae Oberd.1957

Birlik: Nymphaetum albae Vollmar 1957

Nelumbo caspici-Nymphaetum albae (Now.1930)

Tomaz 1977.

Trapaetum hyrcanae (Muller et Görs 1960) MM & AV

2013.

Polygonetum amphibii Soo 1927

Potametum natantis Soo 1927.

Urticularietum vulgaris MM & AV 2013

Spirodeletum polyrrhiza MM & AV 2013

Salvinietum natansi MM & AV 2013

Ordo: Callitriche-Batrachietalia Passarge 1978

Alyans: Ranunculion fluitantis Neuhaus 1957

Birlik: Myriophylletum verticillati Soo. 1927.

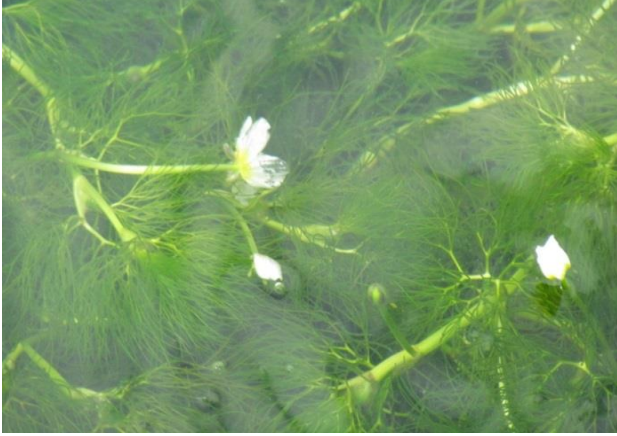
Myriophylletum spicati Soo 1927

Alyans: *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964

Birlik: *Potamo perfoliati-Ranunculetum scleratus* MM 2013.

Ranunculetum trichophyllum MM & AV 2013.

Sahil (Hidrofit) su-bataklık birlikleri: Akarsu, göl ve bataqlıklarda, su derinliği çok olmayan yerlerde rastlanan bitki bitkileridir. Gövdelerinin alt hisseleri her zaman veya zaman-zaman (mevsimi olarak) su altında kalan toprak içinde, bataklıkta yerleşir. Gelişmiş kök sistemine sahip oldukları için birlik oluşturmaları kolaylaşır.



Şekil 6. *Ranunculus trichophyllus*, Batabat/Nahçıvan.

Figure 6. *Ranunculus trichophyllus*, Batabat /Nakhchivan.



Şekil 7. *Phragmites communis* Şabran Limanı.

Figure 7. *Phragmites communis* Shabran Port.

Bu sınıfa ait çeşitli türlerden oluşan çok sayıda birliğe rastlanılmaktadır. Bunlar içerisinde kesin sınır koymak mümkün değildir. Çünkü birliğin oluşumunda iştirak eden taksonların ekseri ortak olmakla, diğer birliklere de geçtiği görülmektedir.

Sınıf: *Phragmitetea* Koch 1926

Ordo: *Phragmitetalia* Koch 1926

Alyans: *Phragmetion* Koch 1926

Birlik: *Phragmetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939.

Typho angustifoliae-Phragmetum communis R. Tx Preis. 1942

Scirpo-Phragmetum communis W. Koch 1926

Calamagrostetum epigejosae MM 2013

Ordo: *Typhetalia* MM& AV 2013

Alyans: *Typhetion* MM& AV 2013

Birlik: *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953

Typhetum latifoliae (Soo 1927) Lang 1973

Potamogeto-Typhetum domingensis Vural Duman et. al 1994

Typhetum domingensis MM 2013

Polygonetum amphibii-hydropiperiae MM & AV 2013

Irisetum pseudocorusae MM & AV 2013

Alyans: *Scirpion* MM & AV 2013

Birlik: *Scirpetum lacustris* Schmale 1939

Scirpetum maritimi Beeft 1957

Hippurisetum vulgarisae MM 2013

Ordo: *Schoenoplectetalia* MM & AV 2013

Alyans: *Schoenoplectetion* MM & AV 2013

Birlik: *Schoenoplectetum litoralis* MM 2013

Potamogeton-Schoenoplectetum litoralis Vural Duman et. al. 1994

Cladio-Schoenetum lacustris MM 2013

Butometum umbellati (Konczak 1968) Phillippi 1973

Butomo-Eleocharitetum palustris Golub all. 1991

Triglochino-Bolboschoenetum maritimi Behçet 1948

Sınıf: *Caricetea* MM & AV 2013

Ordo: *Caricetalia* MM & AV 2013

Alyans: *Caricion* MM & AV 2013

Birlik: *Caricetum paniculatae* Wong 1926

Caricetum vesicariae Br.-Bl. et Denis 1926

Mentho aquatici-Caricetum ripariae MM 2013

Mentho aquatici-Caricetum pseudo-cyperae MM 2013

Alyans: *Heleocharion* MM& AV 2013

Birlik: *Heleocharitetum iupalustrisi* MM 2013

Heleocharitetum eumignumisi MM 2013

Atropietum giganteae MM & AV 2013

Aeluropetum littoralis-repensae MM & AV 2013

Aeluropo aequalis-Alopecuretum ventricosusae MM & AV 2013

Alopecuretum ventricosusi MM & AV 2013

Mentho pulegio-Lithretum salicariae MM & AV 2013

Mentho pulegio-Oenanthetum aquaticae MM & AV 2013

Su içi birliklerin fitosoyolojik strukturu: Su içi

kommunitelere ait 33, sahil bataklık kommunitelerine 31, yaş (nemli) çimen kommunitelerine 13, sucu orman kommunitelerine ait 8, hidrohalofitlere ait 17 bitki birliğine rast gelinmiştir. Bu birliklerin her birine ait bitki birliği tablolarında birliğin florasını oluşturan taksonların bolluk ve örtüş derecesi, hayat formları, rast gelme sıklığı gibi parametreler verilmiştir.

***Ruppium maritima* Beguinot 1941:** Bu birlik balçık içinde ve bataklık yerlerde *Phragmites communis* ile aralarında saf birlikler olurlar. Tablo 1-18'de bu birliklerin florası ve fitosoyolojik strukturu verilmiştir.

Bu birliğin ayırdedici ve karakter türü *Ruppia maritima* seçtiğimiz 10 örneklik alandan her birinde bolluğu ve örtüş derecesi yüksek olan türdür. Bu türle birlikte örneklik alanlarda *Phragmites communis* ve *Ruppia spiralis* seyrek de olsa iştirak etmişlerdir. Bu birliğe

ait olan örneklik alanlarda iştirak eden türlerin sayı 2-3 arasında değişmiştir.

Birliğin fitososyolojik strüktüründe hidrofiter su içi ortamlarda baskın olmakla, kıyı kesimlerde ise hemikriptofit hayat formlarına ait olan *Phragmites communis* karakter takson olmak üzere iştirak eder. 1-18 No'lu tablolarda bölgenin aquatic kommunitelerinde rastlanan birliklerin fitososyolojik strukturunu karakterize eden veriler; taksonlar, hayat formları ve türlerin örnek alanlarında ratgelme sıklığını gösteren deyerlendirmelerin sonuçları verilmiştir.

Lemnetum minoris (Oberd. 1957) Miller et Görs 1960 birliği: *Lemna minor* türü bataklıklarda ve durğun sularda bol miktarda yayılır. *Ceratophyllum*

demersum, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus* ve *Potamogeton perfoliatus* birlikte yayılış göstermektedir. *Spirodela polyrrhiza*, *Potamogeton crispus*, *Ceratophyllum submersum*, *Nymphaea alba* gibi taksonlara seyrek rast gelinmiştir (Tablo 2).

Lemnetum gibbae Miyaw et. J. Tx. 1960: Su derinliği 15-50 (100-200) cm olan, suyun hareketsiz olduğu yerlerde, örtüş derecesi 80-100 % olan, takson sayı 2-4 (8) arasında değişen bir birliktir (Sekil 1). Florasında; *Potamogeton pectinatus*, *Sparganium erectum* ssp. *erectum*, *Ceratophyllum demersum*, *Paspalum paspaloides*, *Ceratophyllum submersum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Myriophyllum spicatum* vb. taksonlar iştirak etmektedir.

Tablo 1. *Ruppium maritima* Beguimot birliğinin fitososyolojik özellikleri.

Table 1. Phytosociological characteristics of *Ruppium maritima* Beguimot association.

Örneklik alan No	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210		
Alan genişliği (m ²)	4	16	4	4	4	16	4	4	16	4		
Yükseklik (m)	150	150	120	120	500	200	150	150	150	150	Hayat	Rastgelme
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Formları	Sınıfı
Tür sayısı	3	3	3	3	2	3	2	3	2	2		
Birliğin karakter türleri												
<i>Ruppia maritima</i>	33	43	44	33	44	33	33	33	44	54	Hd	V
<i>Ruppia spiralis</i>	+	+1	+	+	-	11	-	+1	-	+1	Hd	IV
<i>Phragmites communis</i>	11	+	+	11	+	11	+	11	+1	-	Hk	V

Tablo 2. *Lemnetum minoris* (Oberd. 1957) Miller et Görs 1960

Table 2. *Lemnetum minoris* (Oberd. 1957) Miller et Görs 1960

Örneklik alan No	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58		
Alan genişliği (m ²)	10	10	10	10	10	10	4	4	4	4		
Yükseklik (m)	30	30	40	40	35	35	30	30	40	40	Hayat	Rastgelme
Ot boyu (cm)	Su seviyesinde										Formları	Sınıfı
Tür sayısı	4	3	3	3	3	4	4	5	5	4		
Birliğin karakter türleri												
<i>Lemna minor</i>	44	43	33	33	33	34	34	22	11	33	Hd	V
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+	+	.	.	11	+	+	11	11	+	Hd	IV
<i>Myriophyllum crispus</i>	+	.	.	.	+	+	.	.	+	.	Hd	III
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.	Hd	III
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	Hd	II
<i>Ceratophyllum submersum</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	Hd	II
<i>Nymphaea alba</i>	+	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	Hk	I
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	.	.	+	.	.	.	+	+	.	+	Hk	II

Tablo 3. *Lemnetum gibbae* Miyaw. Et J. Tx. 1960

Table 3. *Lemnetum gibbae* Miyaw. Et J. Tx. 1960

Örneklik alan No	41	42	43	44	45	46	47	48		
Alan genişliği (m ²)	5	5	5	5	5	5	5	5		
Yükseklik (m)	30	30	30	50	50	30	30	30	Hayat	Rastgelme
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	Formları	Sınıfı
Tür sayısı	5	4	4	5	4	5	3	4		
Birliğin karakter türleri										
<i>Lemna gibba</i>	44	33	43	33	34	44	33	43	Hd	V
<i>Potamogeton pectinatus</i>	+1	11	11	.	.	+	.	.	Hd	III
<i>Sparganium erectum</i> ssp. <i>erectum</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	Hd	I
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+	.	11	11	+	.	.	.	Hd	III
<i>Ceratophyllum submersum</i>	.	+	-	+	11	.	.	.	Hd	II
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	+	+	-	+	.	.	+	11	Hd	IV
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	Hd	I
<i>Salvinia natans</i>	.	.	+	+	.	+1	.	.	Hd	II

Lemnetum trisulcae Soo 1927: Suyun hareketsiz olduğu sahile yakın yerlerde *Lemna trisulca* su yüzeyini örter. *Butomus umbellatus* ve *Nasturtium officinale* ile aralarında *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton lucens*,

Oenanthe aquatica, *Eleocharis palustris*, *Mentha aquatica* seyrek olarak görülür. *Nymphaea alba* ve *Sparganium erectum* ssp. *Neglectum*'un aralarında *Urticularia australis* ile birlikte su yüzeyini kapatır. Varvara su anbarı, Kür-

Araz ovalığı, Küçük Kafkasya'da göl ve durgun sularda yayılmıştır.

Potametum pectinati Carstensen 1955: Su derinliği 10 – 50 (150) cm, örtüş derecesi (30) 50- 100 %

arasında değişen, birliğin florasında iştirak eden takson sayı 4-5 arasında değişen ve Azerbaycan'ın ekser göllerinde rastlanılan yaygın bir birliktir. Bu birliğin florasında ve fitosoyolojik strüktüründe iştirak eden taksonlar Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4. Lemnetum trisulcae Soo 1927.

Table 4. Lemnetum trisulcae Soo 1927.

Örneklilik alan No	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Alan genişliyi (m ²)	5	10	10	5	10	4	4	5	5	4		
Yüksklük (m)	20	30	30	20	20	30	30	30	20	20		
Tür sayı	4	6	4	4	5	4	5	4	4	4		
Birliğin karakter türleri :												
<i>Lemna trisulca</i>	+1	11	22	33	32	33	+1	+1	33	33	Hd	V
<i>Butomus umbellatus</i>	.	+	.	.	+	+	+1	+1	.	.	Hk	III
<i>Nasturtium officinale</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	Hk	I
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+1	11	11	+	+	.	.	.	+	+	Hd	IV
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	Hd	I
<i>Oenanthe aquatica</i>	.	+	.	+	+	.	+	.	+	.	Hk	III
<i>Heleocharis iupalustris</i>	.	.	+	.	.	.	.	+1	.	+	Hd	II
<i>Mentha aquatica</i>	+	+1	.	.	.	+	.	.	+	.	Hk	III
<i>Sparganium erectum ssp neglectum</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	Hk	I
<i>Utricularia vulgaris</i>	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+	Hd	III

Tablo 5. Potametum pectinati Carstensen 1955.

Table 5. Potametum pectinati Carstensen 1955.

Örneklilik alan No	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190		
Alan genişliyi (m ²)	4	4	4	8	8	8	4	4	4	4		
Meyillik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Yüksklük (m)	30	20	20	20	30	30	40	40	40	40		
Tür sayısı	6	7	7	6	6	6	5	6	6	5		
Birliğin karakter türle :												
<i>Potamogeton pectinatus</i>	33	11	+1	33	33	44	44	33	34	33	Hd	V
<i>Lemna trisulca</i>	+	+	.	.	.	+1	.	.	.	+	Hd	III
<i>Salvinia natans</i>	.	+	+	+	+	.	+	.	+	+	Hd	IV
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	Hd	II
<i>Najas minor</i>	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	Hd	I
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	.	.	+1	.	+1	.	+	+	Hd	III
<i>Lemna gibba</i>	.	+	.	+	.	.	.	+1	.	.	Hd	II
<i>Paspalum paspalodes</i>	+	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	Hk	I
<i>Polygonum amphibium</i>	.	11	+1	+	+1	.	.	.	.	.	Hk	III
<i>Ranunculus trachocarpus</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	Hk	II
<i>Schoenoplectus littoralis</i>	.	.	+1	.	.	.	.	+	.	.	Hk	I
<i>Nymphaea alba</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	Hd	I
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	Hk	III
<i>Phragmites communis</i>	+	+	11	+	+	.	+	.	+	+	Hk	IV
<i>Butomus umbellatus</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	Hk	I

Potometum lucentis Hueck 1931: Su derinliği (30)40-100(200) sm, örtüş derecesi 50-100% arasında değişen, 2-7 taksonun iştirak ile oluşmuş bir birliktir. Kobustan, Kür-Araz ovalığı, Samur-Şabran ve Lenkeran

düzündeki göllerde rastlanan bu birliğin florasında ve fitosoyolojik strüktüründe iştirak eden taksonlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Potametum lucentis Hueck 1931.

Table 6. Potametum lucentis Hueck 1931.

Örneklilik alan No	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150		
Alan genişliyi (m ²)	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5		
Yüksklük (m)	110	130	50	70	120	150	80	135	60	70		
Meyillik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tür sayı	6	5	5	5	5	5	6	5	6	6		
Birliğin krakter türleri												
<i>Potamogeton lucens</i>	44	33	23	33	11	33	32	22	11	33	Hd	V
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	+	.	+	11	11	+	.	.	11	+	Hd	IV
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	Hd	III
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	+	.	.	+	+	+	.	.	.	+	Hd	III
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.	Hd	III
<i>Polygonum amphibium</i>	+	.	+	+	+	.	.	.	+	+	Hk	IV
<i>Utricularia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	Hd	II
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	Hd	I
<i>Schoenoplectus littoralis</i>	+	.	.	+	.	.	+	+	.	.	Hk	III
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	Hk	I
<i>Heleocharis transcaucasica</i>	+	.	+	.	+	.	+	.	+	+	Hk	IV

Potametum perfoliati Koch 1926 em Pass 1964: Su derinliği 30-100 cm, örtüş derecesi 50-100 %, takson sayı ise 1-4 arasında

değişen birliktir. Kür-Araz ovalığında, Küçük Kafkasya'nın kuzeyi ve Lenkeran düzünde göllerde rastlanır. Birliğin

florasında: *Myriophyllum spicatum*, *Vallisneria spiralis*, *Potamogeton perfoliatus*, *Najas marina*, *Potamogeton*

pectinatus, *Trapa hycana*, *Nuphar lutea*, *Phragmites communis*, *Schoenoplectus littoralis* taksonları iştirak eder (Tablo 7).

Tablo 7. *Potametum perfoliati* Koch 1926 em Pass 1964.

Table 7. *Potametum perfoliati* Koch 1926 em Pass 1964.

Örneklilik alan No	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170		
Alan genişliği (m ²)	5	5	5	8	8	10	10	10	4	4		
Yükseklik (m)	35	35	40	40	40	40	35	35	35	35		
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tür sayısı	4	4	3	4	3	5	4	4	4	4		
Birliğin karakter türleri:												
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	44	33	33	33	43	43	33	23	22	33	Hd	V
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+1	+	.	.	+	11	11	11	11	.	Hd	IV
<i>Vallisneria spiralis</i>	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	Hd	III
<i>Najas marina</i>	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	Hd	II
<i>Potamogeton pectinatus</i>	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	Hd	III
<i>Hidrocharis morsus</i>	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	Hd	II
<i>Phragmites communis</i>	+	+	.	.	.	+	.	.	+	+	Hk	III
<i>Schoenoplectus littoralis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	Hk	I

Potametum pectinato-perfoliati Den Hartog Segal 1964: Kür-Araz ovalığı, Şabran limanı ve Lenkeran düzündeki göllerde *Potamogeton pectinatus* ve *P. perfoliatus* türleri *Myriophyllum spicatum* ve *Najas marina*

ssp. intermedia, *Ceratophyllum demersum* ile birlikte sahilinden uzak olmayan göl sahilllerinde çok da yayılma göstermeyen birlikler oluşturur (Tablo 8).

Tablo 8. *Potamogeton pectinato-perfoliati* Den Hartog Segal 1964.

Table 8. *Potamogeton pectinato-perfoliati* Den Hartog Segal 1964.

Örneklilik alan No	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180		
Alan genişliği (m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Yükseklik (m)	45	45	45	45	30	30	35	35	35	45		
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tür sayısı	4	3	4	3	4	5	4	4	4	3		
Birliğin karakter türleri:												
<i>Potamogeton pectinatus</i>	33	44	43	43	43	33	11	11	22	33	Hd	V
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	+	.	.	.	+	.	.	+	11	+1	Hd	III
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	Hd	III
<i>Vallisneria spiralis</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	Hd	II
<i>Najas marina</i>	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	Hd	II
<i>Trapa hycana</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	Hd	I
<i>Scirpus silvaticus</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	Hk	I
<i>Phragmites communis</i>	+	.	+	+1	+1	.	11	+1	+	11	Hk	IV
<i>Schoenoplectus littoralis</i>	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	Hk	I

Potameto-Najadetum (Hartovic 1931) Micevski 1958: Şabran limanında su derinliği 150- 400 cm arasında değişen, örtüş derecesi 100 % olan, *Potamogeton*

pectinatus, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum submersum* ve *Najas marina*'nın oluşturmuş olduğu birliklerdir (Tablo 9).

Tablo 9. *Potameto - Najadetum* (Hartovic 1931) Micevski 1958

Table 9. *Potameto - Najadetum* (Hartovic 1931) Micevski 1958

Örneklilik alan No	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140		
Alan genişliği (m ²)	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5		
Yükseklik (m)	40	40	40	50	40	45	50	50	35	35		
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Tür sayısı	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3		
Birliğin karakter türleri:												
<i>Potamogeton pectinatus</i>	44	33	33	43	43	44	33	33	32	32	Hd	V
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	+	+	.	.	.	.	.	+	11	Hd	III
<i>Ceratophyllum submersum</i>	+	+	+	.	.	.	+	+	+	+1	Hd	IV
<i>Najas marina</i>	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	Hd	II

Myriophylletum spicati Soo 1927: Lenkeran düzü ve Kür-Araz ovalığındaki göllerde su derinliği (5)30-100(150) cm olan yerlerde belirlenmiştir. Örtüş derecesi % 50-100 arasında değişir. Birliğin florasında: *Myriophyllum spicatum* ile birarada bu birliğin florasında ve fitososyolojik strüktüründe iştirak eden taksonlar Tablo 10'da verilmiştir.

Ceratophylletum demersi (Soo 1928) Egler 1933: Bu birliğe Kür-Araz, Samur- Şabran ve Lenkeran düzündeki göllerde su derinliği (20)30-100 cm olan

yerlerde, örtüş derecesi 60-100 % arasında değişen şekilde rastlanır. Birliğin fitosenolojik strüktüründe karakter tür olan *Ceratophyllum demersum* ile birlikte bu birliğin florasında ve fitososyolojik strüktüründe iştirak eden taksonlar Tablo 11'de verilmiştir.

Nymphaetum albae (Nowinski 1930, Vollmar 1957) Tomas 1977: Bu birliğe Kür-Araz ovalığında, Zerdab İli arazisinde Çaylı köyü çevresinde, Qara-Su ve Sarı-su göllerinde, Lenkeran düzündeki ve özellikle Kızılağaç körfezi arazisinde rastlanır. Su derinliği (10)30-

150(250) cm olan, örtüş derecesi 60-100 % arasında değişen ortamlarda rastlanır. *Nymphaea alba* karakter tür

olmakla bu birliğin florasında ve fitosoyolojik strüktüründe iştirak eden taksonlar Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 10. *Myriophyllum spicatum* Soo 1927.

Table 10. *Myriophyllum spicatum* Soo 1927.

Örneklilik alan No	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672			
Alan genişliği (m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4			
Yükseklik (m)	40	50	50	40	30	30	27	30	45	40			
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Tür sayısı	5	6	5	5	5	5	5	4	5	5			
Birliğin karakter türleri:													
<i>Myriophyllum spicatum</i>	33i	23	33	33	43	43	44	44	33	11		Hd	V
<i>Potamogeton pectinatus</i>	+	+	+	.	+	.	.	.	+	+		Hd	III
<i>Najas marina</i>	.	+	.	.	.	+	+	+	.	.		Hd	III
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+		Hd	I
<i>Potamogeton crispus</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.		Hd	I
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.		Hd	II
<i>Lemma gibba</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.		Hd	I
<i>Polygonum amphibium</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+		Hd	II
<i>Phragmites communis</i>	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.		Hk	III
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.		Hk	I
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+		Hk	II
<i>Lemma minor</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.		Hd	I
<i>Nymphaea alba</i>	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.		Hk	III

Tablo 11. *Ceratophyllum demersum* (Soo 1928) Egglere 1933.

Table 11. *Ceratophyllum demersum* (Soo 1928) Egglere 1933.

Örneklilik alan No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Alan genişliği (m ²)	10	10	16	16	16	16	10	10	15	15			
Yükseklik (m)	20	30	30	40	35	35	40	30	20	20			
Meyillilik (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
Tür sayısı	5	5	4	5	5	5	5	4	6	5			
Birliğin karakter türleri:													
<i>Ceratophyllum demersum</i>	33	34	34	44	53	33	33	11	+1	+1		Hd	V
<i>Myriophyllum spicatum</i>	11	11	+	.	+	+	.	11	11	22		Hd	IV
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.		Hd	I
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	+1	+		Hd	III
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	.	+	.	+	.	.	+	+1	.		Hd	III
<i>Vallisneria spiralis</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.		Hd	II
<i>Numphoides peltatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+1		Hk	I
<i>Lemma minor</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.		Hd	I
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	+	.	+1	.	.	.	.	.		Hk	I
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.		Hk	II
<i>Bolboschoenus maritimus</i> var. <i>Maritimus</i>	.	.	.	+1	.	.	.	+	.	+		Hk	II
<i>Phragmites communis</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.		Hk	I
<i>Butomus umbellatus</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	+1	.		Hk	II
<i>Urticularia vulgaris</i>	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.		Hk	I

Potametum notantis Soo 1927: Bu birliğe Kür-Araz ovalığı, Lenkeran düzü ve Kobustan arazisindeki derinliği 50-150 sm arasında değişen göllerde, örtüş

derecesi 80-100 % arasında olan ve *Potamogeton natans* ile birlikte bu birliğin florasında ve fitosoyolojik strüktüründe iştirak eden taksonlar Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 12. *Nymphaea alba* (Nowinski 1930, Vollmar 1957) Tomas 1977.

Table 12. *Nymphaea alba* (Nowinski 1930, Vollmar 1957) Tomas 1977.

Örneklilik alan No	99	112	113	114	115	116	117	118	119	120			
Alan genişliği (m ²)	10	10	10	10	16	16	16	16	10	10			
Yükseklik (m)	20	20	25	25	15	15	20	30	20	20			
Meyillilik (%)	3	5	5	3	3	5	3	2	0	0			
Tür sayısı	7	5	5	5	5	6	6	5	4	5			
Birliğin karakter türleri:													
<i>Nymphaea alba</i>	22	33	33	43	43	11	22	33	33	44		Hk	V
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+1	+	+	+	.	11	11	+	.	.		Hd	IV
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	.	.	.	.	+1	+1	.	+	+		Hk	III
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.		Hd	I
<i>Potamogeton lucens</i>	.	+	+	.	.	.	.	+	.	+		Hd	III
<i>Urticularia vulgaris</i>	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.		Hd	III
<i>Lemma trisulca</i>	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+		Hd	III
<i>Polygonum amphibium</i>	+	+	.	+	.	.	.	+	.	.		Hk	III
<i>Rorippa amphibia</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.		Hd	I
<i>Potamogeton natans</i>	.	+	.	+	.	.	.	+	.	+		Hd	III
<i>Ranunculus scleratus</i>	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.		Hk	III
<i>Elatine alsinostrium</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.		Hd	II

Trapaetum hyrcanae (Miller et Görs 1960) ass. nova: Bu birliğe Lenkeran düzünde göl ve su birikintilerinde, Kızılağaç körfezinde derinliği 50-150

(400) cm arasında değişen şekilde: *Trapa hyrcana* türü ile birlikte; bu birliğin florasında ve fitosoyolojik strüktüründe iştirak eden taksonlar Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 13. Potametum natantis Soo 1927.**Table 13. Potametum natantis Soo 1927.**

Örneklilik alan No	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160		
Alan genişliği (m ²)	4	4	8	8	8	10	10	8	8	10		
Yükseklik (m)	50	60	60	70	60	60	60	70	60	70		
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hayat	Rastgelme
Tür sayısı	5	4	5	6	5	4	5	4	4	4	Formları	Sınıfı
Birliğin karakter türleri:												
<i>Potamogeton natans</i>	44	33	11	11	22	33	33	33	33	33	Hd	V
<i>Ranunculus muricatus</i>	+	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	Hk	I
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	11	11	11	+	.	.	.	.	Hd	III
<i>Potamogeton crispus</i>	+	.	.	+	+	.	+	+	+	+	Hd	IV
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	Hd	I
<i>Schoenoplectus lagustris</i>	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	Hk	II
<i>Rorippa amphibia</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	Hd	II
<i>Oenanthe longifoliata</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	Hk	I
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	Hd	I
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	Hd	II
<i>Heleocharis transcaucasica</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	Hk	I
<i>Alisma lanceolatum</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	Hk	II

Tablo 14. Trapaetum hyrcanae (Miller et Görs 1960) ass. nova**Table 14. Trapaetum hyrcanae (Miller et Görs 1960) ass. nova**

Örneklilik alan No	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220		
Alan genişliği (m ²)	4	4	4	4	8	8	10	10	4	4		
Yükseklik (m)	50	70	60	60	50	40	50	50	40	40		
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Hayat	Rastgelme
Tür sayısı	6	6	6	4	4	4	6	6	3	6	Formları	Sınıfı
Birliğin karakter türleri:												
<i>Trapa hyrcana</i>	11	22	+1	+	+	22	11	11	33	33	Hd	V
<i>Potamogeton nodosus</i>	+	+	.	22	22	.	11	11	+	+	Hd	IV
<i>Potamogeton crispus</i>	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	Hd	III
<i>Urticularia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	Hd	I
<i>Najas minor</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	Hd	III
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	Hd	I
<i>Lemna minor</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	Hd	I
<i>Spirodela polyrhiza</i>	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	Hd	II
<i>Nymphaea alba</i>	.	.	+	.	.	.	+	+	.	+	Hk	III
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	Hd	II
<i>Paspalum paspalodes</i>	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	Hk	II
<i>Polygonum amphibium</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	Hk	I
<i>Crypsis aculeata</i>	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	Hk	II

Polygonetum amphibii Soo 1927: Hacıqabul gölü, Sarı-Su Gölü, Qara-Su gölü, Kür-Araz ovalığı, Kobustan ve Küçük Kafkasyanın kuzey dağlık kesimlerindeki göllerde derinliği (10)20-100(150) cm olan, 30-100 %

arasında değişen örtüş derecesine sahip birliklerdir. Birliğin florasında baskın ve karakter tür olan *Polygonum amphibium* ile birlikte; bu birliğin florasında ve fitosoyolojik struktüründe iştirak eden taksonlar Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. Polygonetum amphibii Soo 1927**Table 15. Polygonetum amphibii Soo 1927**

Örneklilik alan No	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130		
Alan genişliği (m ²)	10	10	10	10	10	10	8	8	10	10		
Yükseklik (m)	90	90	10	15	10	70	80	80	90	10		
Meyillilik (%)	5	10	5	5	7	7	10	10	8	7	Hayat	Rastgelme
Tür sayısı	10	9	8	6	6	6	9	8	7	7	Formları	Sınıfı
Birliğin karakter türleri:												
<i>Polygonum amphibium</i>	11	11	22	22	23	33	33	11	11	22	Hk	V
<i>Equisetum palustre</i>	+	11	+	.	.	.	+	+	11	+	Hk	VI
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	Hk	II
<i>Alopecurus aequalis</i>	11	11	.	.	+	+	.	.	+	+	Hk	III
<i>Calamagrostis epigejos</i>	22	+	11	+	.	.	.	.	+	+	Hk	III
<i>Potamogeton natans</i>	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	Hd	II
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	Hd	II
<i>Potamogeton nodosus</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	Hd	I
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	Hd	III
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	Hd	I
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	Hd	I
<i>Phragmites communis</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	Hk	II
<i>Schoenoplectus littoralis</i>	+	+	.	.	.	.	+	.	+	.	Hk	III
<i>Schoenoplectus lagustris</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	Hk	I
<i>Sparganium erectum</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	Hk	II
<i>Lemna trisulca</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	Hd	I
<i>Lemna gibba</i>	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	Hd	II
<i>Hippuris vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	Hd	I
<i>Alisma arcuatum</i>	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	Hk	II
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	Hk	I
<i>Potamogeton lucens</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	Hd	I
<i>Potamogeton densus</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	Hd	I

***Najadetum marinae* (Oberd. 1957) Fukarek 1961:** Kızılağaç körfezi, Şabran limanı arazilerindeki derinliği 50-100(200) cm olan sularda *Potamogeton*

perfoliatus ve *Lemna minor*'la birlik oluştururlar. Örtüş derecesi 50-100 % arasında değişir (Tablo 16).

Tablo 16. *Najadetum marinae* (Oberd. 1957) Fukarek 1961.

Table 16. *Najadetum marinae* (Oberd. 1957) Fukarek 1961.

Örneklilik alan No	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78		
Alan genişliği (m ²)	4	4	8	10	10	8	8	10	10	10		
Yükseklik (m)	10	80	80	90	80	70	70	60	70	60	Hayat	Rastgelme
Meyillilik (%)	90	50	60	80	60	70	80	50	80	90	Formları	Sınıfı
Tür sayısı	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3		
Birliğin karakter türleri:												
<i>Najas marina</i>	44	34	33	33	44	44	44	34	34	44	Hd	V
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	+	+	+	.	+	.	+	+	.	Hd	III
<i>Lemna minor</i>	+	.	+	+	+	+	+	.	.	+	Hd	IV

***Ceratophylletum submersum* ass. nova:** Su derinliği 30-100 sm olan yerlerde, örtüş derecesi 50- 80 (100)% arasında değişen bu birliklere Şabran limanı, Kür-Araz ovalığı ve Lenkeran düzündü (Kızılağaç körfezi)

rastlanmıştır. Birliğin florasında: *Potamogeton pectinatus*, *Polygonum amphibium*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas minor* karakter türlerdir (Tablo 17).

Tablo 17. *Ceratophylletum submersum* ass.nova.

Table 17. *Ceratophylletum submersum* ass.nova.

Örneklilik alan No	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Alan genişliği (m ²)	10	10	10	10	8	8	8	4	4	4		
Yükseklik (m)	70	50	60	60	50	70	70	60	50	70	Hayat	Rastgelme
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Formları	Sınıfı
Tür sayısı	4	4	7	7	7	4	3	5	5	4		
Birliğin karakter türleri:												
<i>Ceratophyllum submersum</i>	+	33	33	32	33	32	33	44	44	34	Hd	V
<i>Potamogeton pectinatus</i>	22	+	+	+	+	.	+	.	.	.	Hd	III
<i>Polygonum amphibium</i>	11	+	.	.	+	.	.	+	.	+	Hk	III
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+	Hd	II
<i>Najas minor</i>	+1	+1	+	+	+	.	+	.	+	.	Hd	IV

***Myriophylletum verticillati* Soo 1927:** Kür-Araz ovalığı ve Lenkeran ovalığında göllerde su derinliği 10-150(250) cm arasında olan hisselerde 75-100% örtüş

oluşturan birliklerdir. Bu birliğin florasında ve fitosoyolojik strüktüründe iştirak eden taksonlar Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. *Myriophylletum spicati* Soo 1927.

Table 18. *Myriophylletum spicati* Soo 1927.

Örneklilik alan No	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652		
Alan genişliği (m ²)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Yükseklik (m)	40	50	50	40	30	30	27	30	45	40	Hayat	Rastgelme
Meyillilik (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Formları	Sınıfı
Tür sayısı	5	6	5	5	5	5	5	4	5	5		
Birliğin karakter türleri												
<i>Myriophyllum spicatum</i>	33	23	33	33	43	43	44	44	33	11	Hd	V
<i>Potamogeton pectinatus</i>	+	+	+	.	+	.	.	.	+	+	Hd	III
<i>Najas marina</i>	.	+	.	+	.	+	+	+	.	.	Hd	III
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	Hd	I
<i>Potamogeton crispus</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	Hd	I
<i>Ceratophyllum demersum</i>	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	Hd	II
<i>Lemna gibba</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	Hd	I
<i>Polygonum amphibium</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	Hk	II
<i>Phragmites communis</i>	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	Hk	III
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	Hk	I
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	Hk	II
<i>Lemna minor</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	Hk	I
<i>Nymphaea alba</i>	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.	Hk	III

Bu birliklerin florasında iştirak eden taksonların örneklilik alanlarda rastgelme sıklığı, hayat formlarına ait deyerlendirmelerin sonuçları Tablo 1-18'de verilmiştir. Çoğunluğu hidrofüt olan türlerin iştirak etdiği bu birliklerin fitosoyolojik strüktüründe örneklilik alanlara göre çok

farklı rastgelme sıklığına sahip olan türlere rast gelindiği ve bunun ortamın kimyasal içeriği ile bağılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Hidrofüt ve hemikriptofütlerin iştirak etdiği bu birliklerin fitosenoloji strüktüründe, örneklilik alanlara

göre farklı rastgelme sıklığına sahip olan türlerin olduğu ve bunun ise birliğin yayılış gösterdiği ortam şartlarının (torpaq ve su ortamı) kimyasal içeriğine bağlı olduğu kanaatine varılmıştır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Su-bataklık vejetasyonu dünyanın bir çok bölgelerinde araştırılmıştır. Türkiye’de sulak alanlar (Behçet, 1994a, 1994b; Seçmen ve Leblebiçi, 1996; Çakan vd., 2003; Karaömeroğlu, 2007), tuzlu sulak (Aydoğdu vd., 2002; Hamzaoğlu ve Aksoy, 2009) ve subasar alanların (Kutbay vd., 1998) üzerine bazı fitososyolojik çalışmalar yapılmıştır.

Türkiye’nin sulak alanlarında: su içinde yayılış gösteren 23, kıyı çayırıklarda 31, ıslak çayırıklarda 7, sulak ağaç topluluklarında 1, tuzcul birliklerde ise 21 bitki birliğinin olduğunu kayd etmiştir (Seçmen ve Leblebiçi, 1996).

Hırıvnak (2002a, 2002b) Bulgaristan’ın aquatic bitki birliyiyle ilgili çalışmalarında bölgede *Potametea*, *Lemnetea* ve *Charetea* sınıflarına ait vejetasyon sınıflandırılmasında benzer bitki birliklerinin olduğunu vurgulamıştır.

Gecheva vd., (2013) Bulgaristandaki çayların aquatic macrofitlerinin floristik kompozisyonunu araştırmış ve bu çalışmada bölgenin sucul ekosistemlerinde hidrofite, halofite ve amfifitler olduğunu söylemiştir.

Yücel vd., (2010) Türkiyenin Porsuk nehri boyunca yayılış gösteren *Myriophyllum spicatum* türünün ağır metel biomonitörü özelliğini incelemiştir.

Ocakverdi vd., (2009) Kısır dağının bitki örtüsünde su-bataklık birliklerinin yaygın olduğunu ve dere içlerinden alpin kuşağa kadar yayıldığını kaydetmiştir.

Azerbaycan’ın yüksek dağlık bölgelerinin su-bataklık bitki birliklerinde bu birliklerden bazılarının rastlanılmaktadır.

Korkmaz vd., (2012) Samsun İli Golardı Yaban Hayatı Koruma Alanında yapmış olduğu araştırmada bölgede; kumul, tuzcul ve orman tipli vejetasyonunun sintaksonomik değerlendirmesini yapmıştır.

Atamov, (2008) Hazar Denizi’nin kıyikesimlerinde Hidrohalofitlerin yaygın olduğunu göstermiştir.

Su-bataklı vejetasyonunda kriptofite, hemikriptofite ve terofitler sayıca baskındır ve bu vejetasyonun karakteristik özelliklerindedir. Bu tip bitkiler su-bataklık ortamına kolayca adaptasyon göstermekte ve bu ortamda kolayca çoğalabilmektedir. Rizomlu ve çok yıllık otsu gövdeli su bitkilerinin bazıları tuzlu göl ve bataklıklarda, bazıları ise tatlı sulu göl ve bataklıklarda kolaylıkla gelişme

gösterir. Bu tip bitkilerin ayırt edici ve baskın türleri bazen saf bazen de karışık birlikler oluşturmaktadır.

Aliyev, (1969) Azerbaycan’ın su-bataklık vejetasyonu ile ilgili çalışmasında suda 20, hem su hem karada 46 olmak üzere toplam 94 bitki birliğinin, Babayev (1974) Küçük Kafkasya’nın yüksek dağlık bölgelerindeki su-bataklık vejetasyonunda: su içerisinde 20, hem suda hem de karada 31 olmakla, toplam 51, Efendiyeva (1989) Abşeron yarımadası su-bataklık vejetasyonunda su içerisinde 11, hem suda hem de karada rastlanan 30 olmakla toplam 41, Musayev (2010) Kür-Araz ovalığının su-bataklık vejetasyonunda su içerisinde 12, hem suda hem de karada 20 olmakla toplam 32 bitki birliğinin olduğunu belirlemiştir.

Tarafımızdan yapılmış sintaksonomik sınıflandırmalarda ise Azerbaycan’ın akuatik komunitelerinde: 12 sınıf, 16 ordo, 26 alyans olmak üzere toplam 101 bitki birliğinden oluştuğunu göstermiştir.

Bölgedeki vejetasyon çalışmalarında, su-bataklık ekosistemlerinin önemli ölçüde araştırılmış olduğu ancak bitki örtüsünün sınıflandırılmasında dünyada geçerli olan metotlardan faydalanılmadığı, özellikle habitat tipleri, fitososyolojik strüktürü, ekolojik şartlar göz önünde bulundurulmadan sadece dominantlık prensipine dayanarak yapıldığı görülmektedir.

Bundan sonraki aşamada Azerbaycan arazisi sınırları içerisinde yer alan büyük göl ve akuatik komunitelerde daha detaylı araştırılması yeni flora kayıtları ile birlikte yeni bitki birliklerinin de ortaya çıkacağı kuşkusuzdur.

Sonuç olarak;

Su-bataklık komuniteleri: Habitat çeşitliliğine göre 5 tipe ayrılmıştır: 1. Su içi birlikler (toplam 33 bitki birliği); 2. Sahil bataklık birlikleri (31); 3. Yaş (nemli) çimen birlikleri (13); 4. Sucul orman birlikleri (8), 5. Hidrohalofitler (17 bitki birliği).

Su içi birliklere ait: *Ruppium maritima*, *Lemnetum minoris*, *Lemnetum gibbae*, *Lemnetum trisulce*, *Potametum pectinati*, *Potametum lucentis*, *Potametum perfoliati*, *Potametum pectinato-perfoliati*, *Potameto Najadetum*, *Myriophylletum spicati*, *Ceratophylletum demersi*, *Nymphaetum albae*, *Nelimbio caspici-Nymphaetum albae*, *Potametum natantis*, *Trapetum hycanae*, *Polygonetum amphibii*, *Najadetum marinae*, *Ceratophylletum submersum*, *Myriophylletum verticillati* birlikleri tanımlanmıştır.

Populasyon durumu: *Pragmites australis*, *Juncus litoralis*, *J. acutus*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Schoeneplectus maritimus*, *Potomageton salicifolius*, *P.pectinatus*, *Najas minor ssp.intermedia*, *N. minor ssp.armata*, *N. minor ssp. marina*, *Ceratophyllum submersum*, *C. demersum*, *Polygonum amphibium* vb. daha

yaygın olan ve daha geniş alanlarda birlik ve gruplaşmalar oluşturmuş taksonlardır.

Nymphetum albae, *Nelimbio caspici-Nymphetum albae*, *Trapetum hyrcanae*, *Butometum umbellati*, *Spargenieto-Menyantetum trifoliataea* birkleri aşırı antropojen etkilere maruz kalan, arealını daraltan, tehdit altında olan ve korunması gereken birliklerdendir.

KAYNAKLAR

- Aliyev, C. (1969).** Flora i Rastitelnost vodoyomov Azerbaydjana i ich khozyaystvennaya znaçenie. Avtoref. Dis dokt. Biol. Nauk., Baku, 52.
- Aliev, C. & Efendiyeva, Ş. (1984).** *Flora gruntovich vod i zaboloçennich mestoobitaniy Apşeronского poluostrova. Vı sb.:Biologiçeskiy produktivnost poleznich rasteniy flori Kobistana i Apşeronского poluostrova*, Baku, 63-66.
- Anonim. (2004).** EUNİS Habitat classification. http://eunis.eea.europa.eu/upload/Eunis_2004_List.pdf ANNEX1 Index number and names of all EUNİS Habitats 2004.
- Atamov, V. (2008).** Phytosociological Characteristics the Vegetation of the Caspian's Shores in Azerbaijan. *International Journal of Botany*, **4**(1), 1-13.
- Atamov, V. & Musayev, M (2016).** A new record fort he Flora of Azerbaijan *Ranunculus trachophyllus* Chaix (Ranunculaceae). *Bangladesh Journal of Botany*, **45**(3), 703-706.
- Atamov, V. & Musayev, M. (2017).** Azerbaycan'ın Sucul Vejetasyonunun Coğrafik Özellikleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, **10**(1), 37-43.
- Atamov, V., Musayev, M. & Cabbarov, M. (2017).** Azerbaycan'ın Sucul Orman Birlikleri. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **2**(2), 23-28.
- Aydoğdu, M., Hamzaoğlu, E. & Kurt, L. (2002).** Nev halophytic syntaxa from Central Anatolia (Turkey). *Israel Journal of Plant Science*, **50**, 313-323.
- Azerbaycan Respublikasının Kırmızı Kitabı. (2013).** Nadir ve nesli kesilmekte olan bitki ve göbelek növləri. İkinci Baskı, "Şerg-Qerb", 676s.
- Babayev, F. (1974).** Flora i rastitelnost gornich ozer Makogo Kavkaza.-Avtoref. diss. *Kand biol. Nauk.*, Baku, 31.
- Behçet, L. (1994a).** Van Gölü Makrofit Vejetasyonunun fitososyolojik Yönden Araştırılması. *Turkish Journal of Botany*, **18**, 229-243.
- Behçet, L. (1994b).** Erçek, Turna ve Bostaniçi (Van) Göllerinin Vejetasyonu. *Turkish Journal of Botany*, **18**, 305-312.
- Behçet, L. & Altan, Y. (1994).** Van, Erçek, Turna ve Bostaniçi Göllerinin Sucul Florası. *Tr. J. of Botany*, **18**(2), 91-98.
- Braun-Blanquet, J. (1964).** *Pflanzensoziologie-Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien and New York.
- Çakan, H. & Düzenli, A. (1993).** Seyhan Baraj gölü ve Çevresinin (Adana) florası. *Doğa Tr. J. of Botany*, **17**(13), 191-200.
- Çakan, H., Düzenli, A. & Karaömeroğlu, D. (2003).** Çukurova Deltası (Yumurtalık lagünü, Akyatan, Agyatan ve Tuz Gölü) vejetasyonunun araştırılması. TUBİTAK, TBAG-1793, Proje sonuç raporu, Ankara.
- Çivelek, Ş. & Çetin, A. (1993).** Keban Barajı ve Hazar Gölü (Elazığ) Bitkileri. *Doğa Tr. J. of Botany*, **17**(13), 183-185.
- Efendiyeva, Ş. (1989).** Vodno-bolotnaya flora i rastitelnost Apşeronского poluostrova i prilgayuşich ostrovov.-Avtoref.diss.kand biol.nauk. Baku, 22.
- Karyagin, I. (1961).** *Flora Azerbaydjana (1950-1961)* Izvo AN Az.SSR, Baku, t. 1-8.
- Gadjiev, V., Mailov, A., Atamov, V. & Ponomarenko, L. (1991).** Resursı *Phragmites australis* (Cav.) i *Arundo donax* L. Vı Azerbaydjane. *Rastitelnie resursı*, **27**(3), 42-47.
- Gadjiev, V., Alizade, V. & Abdiyeva, R. (2008).** Primenenie kartografirovaniya dlya oçenki vidov krasnogo spiska flori Azerbaydjana. Vı sb. Trudı İn-ta Botaniki NANA/Baku, Elm, 2: 13-18.
- Gecheva, G., Yurukova, L. & Cheshmedjiev, S. (2013).** Patterns of aquatic macrophyte species composition and distribution in Bulgarian rivers. *Turkish Journal of Botany*, **37**, 99-110.
- Golub, V.B., Losev, G.A. & Mirkin, B.M. (1991).** Aquatic and hydrophytic Vegetation , of the lower Volga Valley. *Phytocoenologia*, **20**(1), 1-63.
- Grandstein, S.R. & Smittenberg, J.H. (1977).** The Hydrophilus vegetation of Western Crete. *Vegetatio*, **34**(2), 65-86.
- Grossheym, A.A. (1936).** *Analiz flori Kavkaza.-Tr.in-ta Bot.Az.FANSSSR, t.1*, Baku, 257.
- Grossheym, A.A. (1940).** *Reliktı Vostoçnogo Zakavkazya. İzvo AzFAN*, Baku, 42.
- Grossgeym, A.A. (1948).** *Rastitelny pokrov Kavkaza.-İzd-vo MPIP*, Moskov, 51-59.
- Hacıyev, V.D., Mailov, A.I., Atamov, V.V. & Ponomarenko, L.I. (1991).** Zapası *Phragmites australis* (Cav.) Trin.ek. Steud. i *Arundo donax* L. vı Azerbaydjane. *J. Rastitelny resursı*, **3**, 42-46.

- Hacıyev, V.C. (1992b).** *Rastitelny pokrov Azerbaydjana. GK geodezii i kartografii Azerb. Respubliki*, Baku, 242.
- Hamzaoğlu, E. & Aksoy, A. (2006).** Phytosociological Study on the Halophytic Communities of Sultansazlığı (Inner Anatolia/Turkey). *Ekoloji*, **16**(60), 8-15.
- Hırıvňak, R. (2002).** Aquatic plant communities in the catchment area of the Ipel'river in Slovakia and Hyngary. Part II. Classes Potametea. *Thaiszia Journal of Botany*. Kosice. **12**, 137-160.
- Ibrahimov, E. (2008).** Rastitelnost Nachçivanskoj Avtonomnoy Respubliki, produktivnost i botaniko geografiçeskiy rayonirovaniye. *Diss. Dokt. Biol. Nauk.*, Baku, 437.
- Karaer, F., Kutbay, H.G. & Kılıç, M. (1997).** Thr flora and Vegetation. of coastal dunes of the east blac sea region. *Turkish J. of Botany*, **21**, 177-185.
- Katanskaya, V.M. (1956).** Metodika issledovaniy vişşey vodnoy rastitelnosti.-V1 kn.:Jizn presnich vod CCCR, t. 4, N. 2, M., 320.
- Katanskaya, V.M. (1981).** *Vişşaya vodnaya rastitelnost kontinentalnikhvodoyomov SSSR.-L.*, Nauka, 185.
- Kats, N.Y. (1961).** O klassifikatsii bolot. *Botaniçeskiy j.*, **46**(4), 538-548.
- Kılıç, M. & Karaer, F. (1995).** Sinop Yarımadası Vejetasyonu. *Turkish J. of Botany*. **19**, 107-124.
- Korkmaz, H., Mumcu, U., Alkan, S. & Kutbay, H.G. (2012).** Golaridi (Terme/Samsun) Yaban hayatı Koruma Alanı'nın Psammofil, Higrofil ve Orman Vejetasyonu Üzerine Sintaksonomik Bir Araştırma. *Ekoloji*, **21**(85), 64-79.
- Memmedov, V.A. (2011).** *Kür köçekliğinin göllerinin ekohidroloji problemleri ve onların tenzimlenmesinin esas prinsipleri*, Nafta-Press, Baku. 340.
- Musayev, M.Q. (2010).** *Kür-Araz ovalığının şirin su hövzelerinin flora ve bitkiliğinin müasir ekoloji veziyeti*, Baku, "Elm", 140.
- Ocakverdi, H., Vural, M. & Adıgüzel, N. (2009).** Vegetation of Kısır Dağı (Kars-Ardahan/Turkey). *J. Biological Diversity and Conservation*, **2**(2), 1-37.
- Prilipko, L.I. (1970).** *Rastitelny pokrov Azerbaydjana*, Baku. 169.
- Raunkier, C. (1934).** *The life forms of plants and statistical plnt geography.*, Oxford, 48-51.
- Seçmen, Ö. & Leblebici, E. (1984).** Aquatic flora of the Western Anatolia. *Willdenowia*, **14**, 165-178.
- Seçmen, Ö. & Leblebici, E. (1996).** *Türkiye sulak alan bitkileri ve bitki örtüsü*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No:158, 404.
- Sultanov, E. (2000).** *Azerbaycanın Potensial Ramsar saheleri*, Baku, 121.
- Şaksuvarov, R.T. (1994).** Psammofitnaya rastitelnost pribrejnoy polosi Kaspiyskogo morya (Samur-Divicinskaya allyuvialnomorskaya) nizmennost. Avtoref. *Dissert. kand. biol. nauk.* Baku.
- Talıbov, T. & Ibrahimov, E. (2008).** *Nahçivan Muhtar Respublikası florasının taksonomik spektri*. Nahçivan, 350.
- Weber, H.E., Moravec, J. & Theurillat, J. (2000).** Code of phytosociological nomenclature. *Journal of Vegetation Science*, **11**, 739-768.
- 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. *J. of Biological Diversity and Conservation*, **3**(2), 133-144.



Kentsel Yeşil Altyapıların Önemli Bir Bileşeni Olan Kent Ormanlarının Sağladığı Ekosistem Servisleri “Kafkasör Kent Ormanı Örneği”

Banu KARAŞAH*

Artvin Çoruh Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Arhavi Yerleşkesi, Artvin, Türkiye

Geliş/Received: 17.09.2020

Kabul/Accepted: 06.12.2020

Atfilyapmak için: Karasah, B. (2020). Kentsel Yeşil Altyapıların Önemli Bir Bileşeni Olan Kent Ormanlarının Sağladığı Ekosistem Servisleri “Kafkasör Kent Ormanı Örneği”. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 668-675.

How to cite: Karasah, B. (2020). Ecosystem Services Provided by Urban Forests as an Important Component of Urban Green Infrastructures “Case of Kafkasör Urban Forest”. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 668-675.

<https://orcid.org/0000-0001-5079-5313>

***Sorumlu yazarın:**

Banu KARAŞAH
Artvin Çoruh Üniversitesi, Sanat ve Tasarım
Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Arhavi
Yerleşkesi, Artvin, Türkiye.
✉: banukarasah@artvin.edu.tr
Cep telefonu : +90 (505) 383 98 15
Telefon : +90 (466) 215 10 99/34 62
Faks : +90 (466) 215 10 50

Öz: Ekosistem servisleri, insanların doğal veya tasarlanmış alanlardan doğrudan veya dolaylı olarak elde ettikleri fayda ve ürünler olarak tanımlanmaktadır. Kentsel yeşil altyapıların çevresel ve sosyal birçok faydası vardır. Kentsel yeşil altyapıların önemli bir parçası olan kent ormanları, kent çevrelerinin homojenliğini kıran, kentin estetiğine katkı sağlayan, kentlerin yeşil dokusunu güçlendiren, kente ve kentlilere rekreasyonel açıdan aktivite alanları sunan ve kent sakinlerine fiziksel ve ruhsal açıdan birçok ekosistem servisi sağlayan aktif yeşil alanlardır. Bu çalışmada, Artvin kentine ve kent sakinlerine geniş bir yelpazede ekosistem servisi sağlayan Kafkasör Kent Ormanı çalışma alanı olarak seçilmiş ve kent ormanının sağladığı ekosistem servislerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Kafkasör Kent Ormanı'nın kaynak sağlayan (gıda, dekoratif kaynaklar, biyolojik hammadde, biyokimyasal ve tıbbi ürünler), düzenleyici (hava kalitesini düzenleme, iklim düzenleme su akışı ve erozyon kontrolü, polenleme), destekleyici (fotosentez, besin ve su döngüsünü destekleme) ve kültürel ekosistem servisleri (eğitim, bilgi sistemi, ilham, estetik değerler, sosyal ilişkiler, yer ve mekan hissi, rekreasyon-ekoturizm, sağlık, ekonomi, doğayla bağlantı, duyuusal deneyimler) açısından birçok servisi sunduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kültürel ekosistem servisleri bağlamında görülen bazı eksikliklerin giderilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur. Ekosistem servislerinin sürekliliğinin sağlanması ve insanların bu servislerden en iyi şekilde faydalanabilmesi için alanlara ilişkin doğru stratejilerin belirlenmesi ve planlamaların bu doğrultuda yapılması önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Artvin, ekosistem servisleri, kafkasör kent ormanı, kent ormanı, kentsel yeşil altyapılar.

Ecosystem Services Provided by Urban Forests as an Important Component of Urban Green Infrastructures “Case of Kafkasör Urban Forest”

Abstract: Ecosystem services are defined as benefits and products that people obtain from natural or designed areas directly or indirectly. Urban green infrastructures have many environmental and social benefits. Urban forests as an important part of urban green infrastructures are active green areas that break the homogeneity of urban environments, contribute to the aesthetics of the cities, strengthen the green texture of the cities, offer recreational activities to the city and city-dwellers and provide many ecosystem services to city-dwellers in terms of physical and mental aspects. In this study, Kafkasör Urban Forest, which provides a wide range of ecosystem services to Artvin city and its residents, was chosen as a study area and it was aimed to reveal the ecosystem services provided by this urban forest. It has been determined that Kafkasör Urban Forest offers many services in terms of provisioning (food, ornamental resources, fiber, biochemicals and pharmaceuticals), regulating (air quality regulation, climate regulation, water purification and erosion regulation, pollination), supporting (photosynthesis, nutrient and water cycling) and cultural ecosystem services (educational, knowledge system, inspiration, aesthetic values, social relations, sense of place, recreation and ecotourism, health, economic, connection to nature, sensory experiences). Some suggestions were proposed to overcome some deficiencies in the context of cultural ecosystem services. In order to ensure the sustainability of ecosystem services and for people to benefit from these services ideally, it is important to determine the correct strategies and planning should be done in this direction.

Keywords: Artvin, ecosystem services, Kafkasör urban forest, urban forest, urban green infrastructures.

***Corresponding author's:**

Banu KARAŞAH
Department of Landscape Architecture,
Faculty of Arts and Design, Artvin Coruh
University, Arhavi Campus, Artvin, Turkey.
✉: banukarasah@artvin.edu.tr
Mobile telephone: +90 (505) 3839815
Telephone : +90 (466) 215 10 99/34 62
Fax : +90 (466) 215 10 50

GİRİŞ

2050 yılında dünya nüfusunun % 68'inin kentleşmiş alanlarda yaşayacağı tahmin edilmektedir. Kentleşmenin istihdam fırsatlarını arttırması ve yaşam standartlarını iyileştirmesi gibi olumlu etkilerinin yanı sıra kentsel yaşamla ilişkili olumsuz etkileri de vardır (Riva vd., 2009). Örneğin çalışmalarda kentsel alanlarda yaşayan insanların, kırsal alanlarda yaşayan insanlardan daha fazla sağlık sıkıntısı çektiği ifade edilmiştir (Harriss & Hawton, 2011; Rajoo vd., 2020).

Çok sayıda çalışma, yeşil altyapıların önemli bir parçası olan kentsel yeşil alanların çevresel ve sosyal faydaları olduğunu göstermektedir. Kentsel yeşil alanlar tarafından sağlanan çevresel faydalar arasında yalnızca kentsel ekolojiyi desteklemek değil, aynı zamanda halk sağlığını korumak da yer almaktadır. Ayrıca kentsel yeşil alanlar havayı filtrelemekte (Akbari, 2002), gürültüyü azaltmakta (Margaritis & Kang, 2017), kirliliği azaltmakta (Grote vd., 2016) ve yağmur suyu akışı problemini çözmekte (Zhang vd., 2012) gölge (Laforteza vd., 2009) ve yiyecek sağlamakta (Barthel vd., 2015) ve mikroklimayı düzenlenmektedir (La Rosa, 2014; Shin & Lee, 2005). Kentte yaşayanlar için sosyal faydaları ise; stresi azaltarak fiziksel ve ruhsal sağlığı iyileştirmek (Van den Berg vd., 2010), doğada geçirilen serbest zamanı (Carrus vd., 2015) ve sosyal kaynaşmayı arttırmaktır (De Vries vd., 2013). Kentsel yeşil alanlar, suç ve şiddetini azaltma (Bogar & Beyer, 2015), sağlık hizmetlerini iyileştirme (Conradson, 2005) ve saldırgan davranışı azaltma (Ulrich vd., 2018) potansiyeline de sahiptir (Ma, 2020).

Kent ormanları, yeşil altyapının önemli bir bileşenidir. Kent ormanları, şehirleri ve kasabaları sakinleri ve ziyaretçileri için çekici yerler haline getirmede önemli bir rol oynamaktadır (O'Brien vd., 2017). Mesire Yerleri Yönetmeliği, (2013)'de D tipi kent (şehir) ormanı; ormanların öncelikle sağlık, spor, estetik, kültürel ve sosyal fonksiyonlarını halkın hizmetine sunmak, aynı zamanda yurdun güzelliğine katkı sağlamak, toplumun çeşitli spor ve dinlenme ihtiyaçlarını karşılamak, turistik hareketlere imkân vermek ve teknik ormancılık faaliyetleri ile flora ve faunanın da tanıtılarak, özellikle çocuklar ve gençlere orman sevgisi ve bilincinin aşılması amacıyla izcilik, doğa yürüyüşü, bisiklet, binicilik ve benzeri etkinlikler ile kır lokantası, kır kahvesi, kültür evleri, yöresel ürün sergi ve satış yeri, amfi tiyatro, çeşitli mini spor alanları ve diğer rekreasyonel yapı ve tesisleri ihtiva eden, il ve ilçelerde ayrılan yerleri ifade eder şeklinde tanımlanmaktadır.

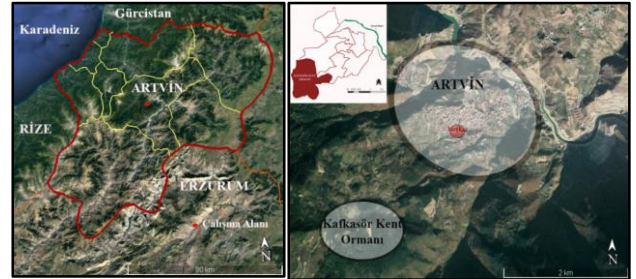
Birçok çalışma, kent ormanlarının insan sağlığı ve refahı için büyük bir öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır (Bethmann vd., 2018; Bieling vd., 2014;

Coppel & Wustemann, 2017; Pietila vd., 2015; Völker vd., 2018). Kent ormanları ayrıca şehirler ve yaşayanları üzerinde olumlu ekonomik etkilere de sahiptir (Wolf & Robbins, 2015). Kent sakinlerinin kentsel doğadan ve kent ormanlarından elde ettiği sayısız fayda, bilimsel literatürde "ekosistem hizmetleri" terimiyle ifade edilmiştir (Baumeister vd., 2020). Ekosistem hizmetleri, doğal ve kültürel ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve doğal kaynakların korunması için kapasitelerinin ve etkileşim ilişkilerinin ortaya konması gereken, ekosistemlerin fonksiyon ve süreçleri sonucunda ortaya çıkan, insanlara doğrudan ya da dolaylı sunulan fayda ve ürünlerdir (Kaya & Uzun, 2019). Portman, (2013) ekosistem servisleri kavramını "planlamada çevre korumayı öncelik haline getirmenin son umudu" olarak ifade etmiştir (Terzi vd., 2020). Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi (MEA), (2005) ekosistem servislerini destekleyici, düzenleyici, kaynak sağlayıcı ve kültürel ekosistem servisleri olarak sınıflandırmıştır.

Bu çalışmada kent ormanlarının sağladığı ekosistem servislerinin Kafkasör Kent Ormanı (Artvin) örneğinde irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda arazi çalışmalarında yerinde gözlemler yapılmış ve literatürde yer alan ekosistem servisi parametrelerinin kent ormanı tarafından hangilerinin ve nasıl karşılandığını tartışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma materyalini, Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan Artvin kentinin merkezine 8 km uzaklıkta olan Kafkasör Kent Ormanı oluşturmaktadır (Şekil 1). Artvin kenti Göğe Komşu Topraklar ve Yeşil Artvin kavramlarıyla özdeşleştirilmiştir. Bu kavramsallaştırmada önemli bir paya sahip olan Kafkasör Kent Ormanı; kenti çevreleyen yeşil kuşağın bir parçasıdır ve kentteki aktif yeşil alan statüsüne sahip nadir alanlardan biridir.



Şekil 1. Çalışma Alanı.

Figure 1. Study area.

Kafkasör Kent Ormanı; 38,35 ha büyüklüğündedir (OGM, 2009). Her mevsim ziyaretçi potansiyeline sahip olan alan özellikle yaz aylarında

oldukça yoğun kullanılmaktadır. Kafkasör Kent Ormanı'nda piknik alanları, yeme-içme alanları, yürüyüş yolları, festival alanı ve çocuk oyun alanı mevcuttur.

Çalışmada yöntem iki aşamalı olarak yürütülmüştür. İlk aşamada literatürde yer alan ekosistem servisleri parametrelerinin kent ormanı tarafından karşılanıp karşılanmadığı tartışılmıştır. İkinci aşamayı ise arazi çalışmaları oluşturmaktadır.

Literatürde yer alan ekosistem servisleri bağlamında Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi (2005)'in sınıflandırmasından faydalanılarak kaynak sağlayan ekosistem servisleri bağlamında; gıda, biyolojik hammadde, dekoratif kaynaklar, biyokimyasallar ve tıbbi ürünler kategorileri; düzenleyici servisler bağlamında; hava kalitesi düzenleme, iklim düzenleme, su akışı kontrolü, erozyon kontrolü, polenleme kategorileri; destekleyici servisler bağlamında, fotosentez, besin döngüsü ve su döngüsü kategorileri irdelenmiştir. Kültürel ekosistem servisleri bağlamında ise Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi, (2005)'in sınıflandırılmasındaki bilgi sistemi, eğitim değeri, ilham, estetik değerler, sosyal ilişkiler, yer ve mekan hissi, rekreasyon ve eko-turizm kategorileri ve Church vd., (2014)'ün kültürel ekosistem servislerinin refah açısından faydaları sınıflandırmasında yer alan sağlık, ekonomi, sosyal bağlantılar, kentsel yeşil altyapıların faydaları ve doğayla bağlantı, duyuusal deneyimler (O'Brien vd., 2017) parametreleri irdelenmiştir.

Arazi çalışmalarında çalışma alanındaki mekânların sağladığı ekosistem servisleri Nikon D 7200 fotoğraf makinasıyla fotoğraflanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kafkasör Kent Ormanının Sağladığı Ekosistem Servisleri

Kaynak Sağlayan Ekosistem Servisleri: Kentlerde, kent ormanları nadir bulunan bitki ve hayvan türleri için yaşam alanıdır, biyolojik çeşitlilik için önem arz etmektedir ve tozlaşma için elzem öneme sahiptir (Baumeister vd., 2020). Kafkasör Kent Ormanı'nda gıda açısından doğadan toplanarak yenebilen meyve türleri ve hayvan türlerini barındırmaktadır. OGM (2009) kent ormanı içerisinde memeli yaban hayvanlarının; yaban tavşanı, sincap, kurt, çakal, tilki, ağaç sansarı, porsuk, ayı, yaban domuzu, karaca olduğunu ifade etmiştir. Kent ormanları kent sakinlerine av hayvanları ve fındık, çilek, mantar, şifalı otlar gibi yenilebilir bitkiler sağlar (Baumeister vd., 2020; Garcia-Nietoet vd., 2013; Poe vd., 2014). Kafkasör Kent Ormanı içerisinde mantar türleri ve *Vaccinium arctostaphylos* L. (ayı üzümü) meyveleri toplanabilmektedir.

Biyolojik hammadde açısından kent ormanından; gerektiğinde hasat yoluyla elde edilen ürünler olan tomruk, kereste ve kâğıt hamuru elde edilebilmektedir.

Dekoratif kaynaklar bakımından ziyaretçiler kent ormanında mevsimsel renklemenin yanı sıra sonbahar mevsiminde *Colchicum speciosum* Steven (Vargit çiçeği) ve ilkbaharda ise *Rhododendron ponticum* L. (Mor çiçekli orman gülü) türlerinin sunduğu renkleri gözlemleyebilirler.

Kent ormanı; *Picea orientalis* Link, *Pinus sylvestris* L., *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach subsp. normanniana, *Rhododendron ponticum* L. ve *Vaccinium arctostaphylos* L. gibi tıbbi ve aromatik bitkilerle biyokimyasal ve tıbbi ürünler bakımından ekosistem servisi sağlamaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Kent ormanında yer alan tıbbi ve aromatik bitki birlikleri (*Pinus sylvestris* L., *Picea orientalis* Link, *Rhododendron ponticum* L. ve *Vaccinium arctostaphylos* L.).

Figure 2. Medicinal and aromatic plant communities in urban forest.

Düzenleyici Ekosistem Servisleri: Pulighe vd., (2016) kent ormanlarının; kent iklimi üzerinde serinletme etkisi gibi olumlu etkileri olduğunu, karbon depoladığını ve erozyonu kontrol ettiğini ifade etmişlerdir. Stolt, (1982) daha geniş toplam yüzey alanı nedeniyle iğne yapraklı ağaçların yaprak döken ağaçlardan daha büyük bir filtreleme kapasitesine sahip olduğunu ancak yaprak döken ağaçlar gazları emmede daha iyi olduğunu ifade ederek hava filtrasyonunda türlerin karışımının en iyi alternatif olduğunu belirtmiştir (Bolund & Hunhammar, 1999). İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçların yer aldığı Kafkasör Kent Ormanı hava kalitesini düzenlemede önemli bir paya sahiptir (Şekil 3). OGM (2009) kent ormanının yaklaşık 57 ton karbon depoladığını ve bunun atmosferdeki 209 ton karbondioksit karşılıklı geldiğini belirtmiştir. Kent ormanı kent iklimi üzerinde olumlu bir etkiye de sahiptir. Araştırmacı tarafından yerel olarak ölçülen sıcaklık değerlerine bakıldığında kent merkezinde 34°C iken kent ormanındaki sıcaklık değerinin 27°C ölçülmüştür.

Artvin kenti ve Kafkasör Kent Ormanı oldukça eğimli bir topoğrafya üzerinde kurulmuştur. Bu topoğrafya kent ormanının ve kentin ziyaretçilerine özgün ve eşsiz manzaralar sağlarken toprak kayması gibi olumsuz

durumların oluşmasına da imkân tanımaktadır. Ancak kent ormanındaki bitki örtüsü su akışı ve erozyon kontrolü noktasında kente önemli servisler sunarak katkı sağlamaktadır.



Şekil 3. Kent ormanında yer alan yapraklı ve ibrelî türler kompozisyonları.

Figure 3. Compositions of deciduous and coniferous species in urban forest.

Kafkasör Kent Ormanı'ndaki kuş türleri; doğu atmacası, çakır kuşu, adi şahin, kızıl şahin, küçük kartal, sakallı akbaba, karasağan, arıkuşu, ibibik, büyük alaca ağaçkakan, kaya kırlangıcı, çayır incikuşu, dağ kuyruksallayanı, kızıl akbaba, gezgin doğan, guguk kuşu, cüce baykuş, puhu, çobanaldatan, kulaklı toygar kuşu, öter ardıç, çekirge çuşu, kuzgun, pembe sığırcık, kar ispinozu, dağ ispinozu'dur (OGM, 2009). Kent ormanları kuşlar, böcekler ve kelebekler gibi polen taşıyıcılar için yaşam alanıdır. Çalışma alanı da bu noktada polenleme açısından ekosistem servisi sağlamaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Kent ormanında polenlemeye yardımcı kuşlar için kuş yuvası ve kelebek görüntüsü.

Figure 4. Image of bird' nest and butterfly that help pollination in urban forest.

Destekleyici Ekosistem Servisleri: Kafkasör Kent Ormanı; herdem yeşil ve yaprak döken türlerin bir arada görülebildiği bir peyzaja sahiptir. Kent ormanında *Picea orientalis* Link, *Pinus sylvestris* L., *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach subsp. *nordmanniana*, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner subsp. *barbata*, *Fagus orientalis* Lipsky, *Castanea sativa* Mill., *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieblein, *Acer* sp., *Sorbus* sp. gibi ağaçlar ve *Vaccinium* sp., *Rhododendron* sp., *Viburnum* sp., *Buxus* sp., *Rubus* sp., *Juniperus* sp., *Empetrum* sp. gibi çalı türleri yer almaktadır. Bu mevcut bitkiler fotosentez yaparak kente oksijen sağlamakta, besin ve su döngüsüne destek olmaktadır.

Kültürel ekosistem servisleri: Kentsel alanlarda, yeşil altyapıların kültürel ekosistem servisleri, kent nüfusu için kilit öneme sahiptir (Benedict & McMahon, 2002).

Kentsel alanlarda yaşayanlar için çekici ve daha yaşanabilir ortamlar yaratmanın yanı sıra, insanların ziyaret etmeleri, gezmeleri, eğlenmeleri, korumaları ve bakmaları için mekânlar da sağlayabilmektedir (Hartig vd., 2014 O'Brien vd., 2017). Kent ormanları, kentlerin yakınında tesis edilmeleri nedeniyle kentte yaşayan bireylerin kısa sürede ulaşabileceği ve kendilerini yenileyebilecekleri aktif yeşil alanlardır. Kafkasör Kent Ormanı kültürel ekosistem servisleri açısından kente, kentte yaşayanlara ve ziyaretçilere birçok servis sağlamaktadır.

Kent ağaçları ve ormanları, kentsel çevre eğitim programlarında belirgin bir şekilde rol oynamaktadır. Kentsel orman ekosistemlerinin yüksek görünürlüğü, değişkenliği ve karmaşıklığı, çevre eğitimi için olağanüstü bir laboratuvar oluşturmaktadır (Dwyer & Schroeder, 1994; Nowak & Dwyer, 2007). Bu noktada Kafkasör Kent Ormanı hem bilgi sistemi hem de eğitim açısından kent halkı ve ziyaretçiler için canlı bir laboratuvardır. Artvin Çoruh Üniversitesi'nde eğitim gören öğrenciler (peyzaj mimarlığı, orman mühendisliği, biyoloji bölümleri) için kent ormanı elde ettikleri bilimsel bilgileri alanda görerek pekiştirmede önemli rol oynamaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Kent ormanında öğrencilerle gerçekleştirilen ders uygulamaları.

Figure 5. Lesson practices with students in urban forest.

Kafkasör Kent Ormanı'nın sahip olduğu eşsiz manzaralar, bu alanı kullanan bireyler için bilimsel ve sanatsal açıdan ilham kaynağı oluşturmaktadır. Sanatsal açıdan, manzara resimleri için kaynak olabilirken hem sanatsal hem bilimsel açıdan ise manzaralardaki doğanın sunduğu kompozisyonların kentsel alanlardaki kompozisyonlara yansıtılmasında esin kaynağı olabilecektir.

Estetik değerler açısından; Kafkasör Kent Ormanı manzara noktalarına sahiptir. Ayrıca kent sakinleri ve ziyaretçiler kent ormanı içerisinde bitkilerin mevsimsel renklemelerini gözlemleyebilirler (Şekil 6).

Sosyal ilişkiler bağlamında; Kafkasör Kent Ormanı, kent sakinlerinin ve ziyaretçilerinin karşılıklı sosyal ilişkiler kurabilecekleri mekânlar sağlamaktadır. Kent ormanında yer alan çadırılı kamp mekânları ve piknik alanları sosyal ilişkilerin kurulabileceği mekânlardır (Şekil 7).



Şekil 6. Kent ormanında bir manzara noktası ve bu manzara noktasından bir sonbahar görüntüsü.

Figure 6. A view point in the urban forest and an autumn view from this view point.



Şekil 7. Kent ormanında özellikle festival zamanı yoğun olarak kullanılan kamp alanı ve piknik alanı.

Figure 7. Camping area especially used extensively during festivals and picnic area in urban forest.

Kafkasör Kent Ormanı kullanıcılarına istedikleri zaman yalnız kalıp kendilerini dinleyebilecekleri, istediklerinde de grup etkinlikleri gerçekleştirebilecekleri yer ve mekânlar sunmaktadır. Bu bazen kent ormanında yer alan bir ağacın gölgesi olabildiği gibi bazen de çeşitli aktiviteleri (oyun oynama, konser dinleme vb.) yerine getirebilecekleri geniş çim yüzeyler ve oturma alanlarıdır (Şekil 8).



Şekil 8. Kent ormanında yer alan geniş çim yüzeyler ve yalnız kalmabilecek mekanlar.

Figure 8. Wide lawn spaces and places to stay alone in urban forest.

Kent ormanları, kentin estetiğine katkı sağlayan ve kentlerin rekreasyon ihtiyacına cevap vererek bireylerin fiziksel ve zihinsel sağlığının iyileşmesine katkı sağlayan önemli yeşil alanlardır. Rajoo (2020) Japonya'da shinrin-yoku" olarak ifade edilen "orman banyosu" anlamına gelen orman terapisi kavramı geliştirildiğini ve bu kavramın fiziksel ve zihinsel sağlığı iyileştirme yeteneğine sahip olduğunun araştırmalarıyla (örneğin, Hansen vd., 2017; Mao vd., 2017; Song vd., 2017; Kotte vd., 2019; Lyu vd., 2019; Rajoo vd., 2019) ortaya konulduğunu ifade etmiştir.

Kafkasör Kent Ormanı da bireylere rekreasyonel açıdan çeşitli kültürel ekosistem servisleri sağlamaktadır.

Kent ormanı kullanıcıların doğayla baş başa kalabileceği yürüyüş parkurlarına sahiptir. Kullanıcılar bu yürüyüş parkurları üzerinde bitkileri ve yaban hayatını gözlemlene imkânına sahiptir. Ayrıca kent ormanı içerisinde düzenlenen yürüyüş parkuru bitiminde kent ormanı göletlerine ulaşmakta ve ziyaretçiler bu alanda suyun dinlendirici etkisinden de faydalanabilmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Kent ormanında yer alan göletler ve yürüyüş yolları.

Figure 9. Ponds and walking areas in urban forest.

Kent ormanı içerisinde kullanıcıların konaklama ve yeme-içme aktivitelerini gerçekleştirebilecekleri otel/restoran gibi mekânların yanı sıra farklı alanlarda yer alan piknik alanları da mevcuttur (Şekil 10).



Şekil 10. Kent ormanındaki konaklama ve yeme-içme alanları.

Figure 10. Accommodation and eating-drinking areas in urban forest.

Kent ormanında kullanıcıların aileleri ve çocuklarıyla birlikte kaliteli zaman geçirebilecekleri serbest etkinlik alanı ve çocuk oyun alanı yer almaktadır (Şekil 11).



Şekil 11. Kent ormanındaki serbest etkinlik alanı ve çocuk oyun alanı.

Figure 11. Free activity area and playground in urban forest.

Kent ormanının sarp bir yamaç üzerinde kurulması nedeniyle kullanıcılara farklı manzaraları seyretme ve bu özgün manzaralarda fotoğraf çekme imkânı sunmaktadır. Ayrıca kent ormanı turizm açısından da kente önemli ekonomik katkılar sağlamaktadır. Özellikle kent ormanında düzenlenen festivale çok sayıda yerli ve yabancı turist gelmektedir. Sağlık açısından kent ormanının sunduğu güvenli ve sakin ortam sayesinde bireyler huzur bulmakta ayrıca özgürce fiziksel aktiviteleri yerine getirerek hem fiziksel hem psikolojik açıdan kendini yenileme imkânı bulmaktadır. Kent ormanının temiz havası, doğal ihtişamı, atmosferi ve kuş sesleri, duysal deneyimler açısından sağladığı servislerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kent ormanları; kent çevrelerinin monotonluğunu kıran, kentlerdeki yeşil dokuyu güçlendiren ve kent yakın çevresinde olmasından ötürü bireylerin daha kısa süre içerisinde doğayla iletişim kurmasına imkân tanıyan yeşil altyapıların önemli bir parçasıdır. Kent ormanları kentlere, kentlilere ve ziyaretçilerine gıdadan dekoratif kaynaklara, fotosentezden polenlemeye, eğitimden rekreasyona kadar oldukça geniş bir yelpazede ekosistem servisi sağlamaktadır.

Çalışmaya konu edilen Kafkasör Kent Ormanı da Artvin kentine, sakinlerine ve ziyaretçilerine kaynak sağlayan, destekleyici, düzenleyici ve kültürel ekosistem servisleri bağlamında birçok servisi sağlamaktadır. Ancak kent ormanında kültürel ekosistem servisleri açısından bazı eksikliklerin giderilmesi ve bazı eklemelerin yapılması gerekmektedir. Oldukça yoğun bir ziyaretçi potansiyeli olan kent ormanında kentin tanıtımına ve ekonomisine katkısı olacak bir kültür evi planlanmalı ve ayrıca yöresel ürün sergi ve satış alanı kurgulanmalıdır. Önerilen bu alanlar için uygun alanın kent ormanının giriş noktasının olduğu düşünülmektedir. Yürüyüş parkurlarını farklı yaş gruplarının kullanacağı düşünülerek yürüyüş güzergâhı üzerinde her 50 m'de bir oturma-dinlenme alanları düzenlenmeli ve yürüyüş parkuru sonunda yer alan göletler çevresinde de oturma-dinleme alanları artırılmalıdır. Kent ormanında yer alan donatıların (piknik masaları, çeşmeler, çocuk oyun donatıları, yönlendirme levhaları vb.) da bakımı yapılmalıdır.

Ekosistem servislerin sürekliliğinin sağlanabilmesi ve insanların bu servislerden en verimli şekilde yararlanabilmesi için doğru stratejilerin belirlenmesi ve bu stratejiler doğrultusunda planlamaların yapılması ve hatta alan yönteminin bu doğrultuda gerçekleştirilerek alanın sürdürülebilirliğinin sağlanması büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Akbari, H. (2002).** Shade trees reduce building energy use and CO₂ emissions from power plants. *Environmental Pollution*, **116**, 119-126.
- Barthel, S., Parker, J. & Ernstson, H. (2015).** Food and green space in cities: A resilience lens on gardens and urban environmental movements. *Urban Studies*, **52**(7), 1321-1338.
- Baumeister, C.F., Gerstenberg, T., Plieninger, T. & Schraml, U. (2020).** Exploring cultural ecosystem service hotspots: Linking multiple urban forest features with public participation mapping data. *Urban Forestry and Urban Greening*, **48**, 126561.
- Benedict, M.A. & McMahon, E.T. (2002).** Green infrastructure: Smart conservation for the 21st century. *Renewable Resources Journal*, **20**, 12-17.
- Bethmann, S., Simminger, E., Baldy, J. & Schraml, U. (2018).** Forestry in interaction. Shedding light on dynamics of public opinion with a praxeological methodology. *Forest Policy and Economics*, **69**, 93-101.
- Bieling, C., Plieninger, T., Pirker, H. & Vogl, C.R. (2014).** Linkages between landscapes and human well-being: an empirical exploration with short interviews. *Ecological Economics*, **105**, 19-30.
- Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi (MEA). (2005).** *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington, DC, 137p.
- Bogar, S. & Beyer, K.M. (2015).** Green space, violence, and crime: A systematic review. *Trauma, Violence and Abuse*, **17**(2), 160-171.
- Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999).** Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, **29**, 293-301.
- Carrus, G., Scopelliti, M., Laforteza, R., Colangelo, G., Ferrini, F., Salbitano, F., Agrimi, M., Portoghesi, L., Semenzato, P. & Sanesi, G. (2015).** Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the wellbeing of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and Urban Planning*, **134**, 221-228.
- Church, A., Fish, R., Haines Young, R., Mourato, S., Tratalos, J., Stapleton, L., Willis, C., Coates, P., Gibbons, S., Leyshon, C., Potschin, M., Ravenscroft, N., Sanchis-Guarner, R., Winter, M. & Kenter, J. (2014).** *UK National Ecosystem Assessment Follow-On. Work Package Report 5: Cultural Ecosystem Services and Indicators*. UNEP-WCMC, LWEC, UK, 135p.
- Conradson, D. (2005).** Landscape, care and the relational self: Therapeutic encounters in rural England. *Health and Place*, **11**(4), 337-348.
- Coppel, G. & Wustemann, H. (2017).** The impact of urban green space on health in Berlin, Germany: empirical findings and implications for urban

- planning. *Landscape and Urban Planning*, *167*, 410-418.
- De Vries, S., Van Dillen, S.M., Groenewegen, P.P. & Spreuwenberg, P. (2013).** Streetscape greenery and health: Stress, social cohesion and physical activity as mediators. *Social Science and Medicine*, *94*, 26-33.
- Dwyer, J. F. & Schroeder, H. W. (1994).** The human dimensions of urban forestry. *Journal of Forestry*, *92*(10), 12-15.
- Garcia-Nieto, A.P., Garcia-llorente, M., Iniesta-arandía, I. & Martin-lopez, B. (2013).** Mapping forest ecosystem services: From providing units to beneficiaries. *Ecosystem Services*, *4*, 126-138.
- Grote, R., Samson, R., Alonso, R., Amorim, J. H., Cariñanos, P., Churkina, G. & Mikkelsen, T. N. (2016).** Functional traits of urban trees: air pollution mitigation potential. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *14*(10), 543-550.
- Hansen, M.M., Jones, R. & Tocchini, K. (2017).** Shinrin-yoku (forest bathing) and nature therapy: A state of the art review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(8), 1-48.
- Harriss, L. & Hawton, K. (2011).** Deliberate self-harm in rural and urban regions: a comparative study of prevalence and patient characteristics. *Social Science and Medicine*, *73*(2), 274-281.
- Hartig, T., Mitchell, R. & De Vries, S. (2014).** Nature and health. *Annual Review of Public Health*, *35*, 207-228.
- Kaya, M.Y. & Uzun, O. (2019).** Ekosistem hizmetleri ve mekânsal planlama ilişkisinin peyzaj planlama çerçevesinde değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*, 2166-2193.
- Kotte, D., Li, Q., Shin, W.S. & Michalsen, A. (2019).** *International Handbook of Forest Therapy*. Cambridge Scholars Publishing, UK, 610p.
- La Rosa, D. (2014).** Accessibility to greenspaces: GIS based indicators for sustainable planning in a dense urban context. *Ecological Indicators*, *42*, 122-134.
- Laforteza, R., Carrus, G., Sanesi, G. & Davies, C. (2009).** Benefits and well-being perceived by people visiting green spaces in periods of heat stress. *Urban Forestry and Urban Greening*, *8*(2), 97-108.
- Lyu, B., Zeng, C., Xie, S., Li, D., Lin, W., Li, N., Jiang, M., Liu, S. & Chen, Q. (2019).** Benefits of a Three-day Bamboo Forest therapy session on the psychophysiology and immune system responses of male College students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(24), 49-91.
- Ma, F. (2020).** Spatial equity analysis of urban green space based on spatial design network Analysis (sDNA): A case study of central Jinan, China. *Sustainable Cities and Society*, *60*, 102256.
- Mao, G., Cao, Y., Wang, B., Wang, S., Chen, Z., Wang, J., Xing, W., Ren, X., Lv, X., Dong, J., Chen, S., Chen, X., Wang, G. & Yan, J. (2017).** The salutary influence of Forest bathing on elderly patients with chronic heart failure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *14*(4), 368-387.
- Margaritis, E. & Kang, J. (2017).** Relationship between green space-related morphology and noise pollution. *Ecological Indicators*, *72*, 921-933.
- Mesire Yerleri Yönetmeliği, 2013.** Mevzuat Bilgi Sistemi.
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=17173&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>. (28.08.2020).
- Nowak, D.J. & Dwyer, J.F. (2007).** Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems, In: (Ed: Kuser, J.E.), *Urban and Community Forestry in the Northeast*, pp. 25-46. USDA Forest Service, Northeastern Research Station, Syracuse, New York.
- O'Brien, L., De Vreese, R., Kern, M., Sievänen, T., Stojanova, B. & Atmis, E. (2017).** Cultural ecosystem benefits of urban and peri-urban green infrastructure across different European countries. *Urban Forestry and Urban Greening*, *24*, 236-248.
- OGM. (2009).** Kent Ormanları. T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü yayınları, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Kent%20Ormanlar%C4%B1.pdf>. (28.07.2020).
- Pietila, M., Neuvonen, M., Borodulin, K., Korpela, K., Sievanen, T. & Tyrvainen, L. (2015).** Relationships between exposure to urban green spaces, physical activity and self-rated health. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, *10*, 44-54.
- Poe, M.R., Lecompte, J., Cmlain, R. & Hurley, P. (2014).** Urban foraging and the relational ecologies of belonging. *Social and Cultural Geography*, *15*, 901-919.
- Portman, M.E. (2013).** Ecosystem services in practice: challenges to real world implementation of ecosystem services across multiple landscapes: a critical review. *Applied Geography*, *45*, 185-192.
- Pulighe, G., Fava, F. & Lupia, F. (2016).** Insights and opportunities from mapping ecosystem services of urban green spaces and potentials in planning. *Ecosystem Services*, *22*, 1-10.
- Rajoo, K.S., Karam, D.S. & Abdul Aziz, N.A. (2019).** Developing an effective forest therapy program to manage academic stress in conservative societies: A multi-disciplinary approach. *Urban Forestry and Urban Greening*, *43*, 126353.
- Rajoo, K.S., Karam, D.S. & Abdullah, M.Z. (2020).** The physiological and psychosocial effects of forest therapy: A systematic review. *Urban Forestry and Urban Greening*, *54*, 126744.

- Riva, S., Curtis, S., Gauvin, L. & Fagg, J. (2009).** Unravelling the extent of inequalities in health across urban and rural areas: evidence from a national sample in England. *Social Science and Medicine*, **68**, 654-663.
- Shin, D-H. & Lee, K-S. (2005).** Use of remote sensing and geographical information system to estimate green space temperature change as a result of urban expansion. *Landscape and Ecological Engineering*, **1**, 169-176.
- Song, C., Ikei, H. & Miyazaki, Y. (2017).** Sustained effects of a forest therapy program on the blood pressure of office workers. *Urban Forestry and Urban Greening*, **27**, 246-252.
- Stolt, E. (1982).** Vegetationens förmaga att minska expositionen för bilavgaser (The ability of vegetation in decreasing exposure to car fumes). Göteborgs Universitet på uppdrag av Göteborgs Hälsovårdsavdelning (quoted from Svensson and Eliasson 1997, in Swedish).
- Terzi, F., Tezer, A., Turkay, Z., Uzun, O., Köylü, P., Karacor, E., Okay, N. & Kaya, M. (2020).** An ecosystem services-based approach for decision making in urban planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, **63**(3), 433-452.
- Ulrich, R.S., Bogren, L., Gardiner, S.K. & Lundin, S. (2018).** Psychiatric ward design can reduce aggressive behavior. *Journal of Environmental Psychology*, **57**, 53-66.
- Van den Berg, A.E., Maas, J., Verheij, R. A. & Groenewegen, P.P. (2010).** Green space as a buffer between stressful life events and health. *Social Science and Medicine*, **70**(8), 1203-1210.
- Völker, S., Heiler, A., Pollmann, T., Classe, T., Hornberg, C. & Kistemann, T. (2018).** Do perceived walking distance to and use of urban blue spaces affect self-reported physical and mental health? *Urban Forestry and Urban Greening*, **29**, 1-9.
- Wolf, K.L. & Robbins, A.S. (2015).** Metro nature, environmental health, and economic value. *Environmental Health Perspectives*, **123**, 390-398.
- Zhang, B., Xie, G., Zhang, C. & Zhang, J. (2012).** The economic benefits of rainwater runoff reduction by urban green spaces: A case study in Beijing, China. *Journal of Environmental Management*, **100**, 65-71.



Bibliometric Investigation of Registered Master's and Doctoral Thesis Prepared Under the Title of Environmental Problems in Turkey

Bülent ESKİN^{1*} Ahmet KURT²

¹Aksaray University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Urbanization and Environmental Problems, Aksaray, Turkey.

²Aksaray University, Social Sciences Institute, Department of Public Administration, Aksaray, Turkey.

Geliş/Received: 02.10.2020

Kabul/Accepted: 01.12.2020

How to cite: Eskin, B. & Kurt, A. (2020). Bibliometric Investigation of Registered Master's and Doctoral Thesis Prepared Under the title of Environmental Problems in Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 676-684.

Atf yapmak için: Eskin, B. & Kurt, A. (2020). Türkiye'de Çevre Sorunları Başlığı Altında Hazırlanmış Kayıtlı Yüksek Lisans ve Doktora Tezlerinin Bibliyometrik İncelenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 676-684.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-7990-4138>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-8595-867X>

*Corresponding author's:

Bülent ESKİN

Aksaray University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Urbanization and Environmental Problems, Aksaray, Turkey.

✉: b_eskin@hotmail.com

Mobile telephone: +90 (505) 852 04 51

Telephone : +90 (382) 288 24 70

Fax : +90 (382) 288 25 49

Abstract: Countries in the world have begun to pay more attention to environmental problems in recent years. Because these problems have threatened human life in every aspect and without limit. Climate changes, rising temperatures, melting of glaciers, and the change of natural vegetation are among the threatening environmental issues and many countries act together in the international arena on these issues. Protection of ecological balance and natural life, use of renewable energy sources, recycling of wastes, environmentally friendly production methods are strong solutions to be brought to environmental problems. In addition, original academic studies should be conducted to bring solution to these issues. In this context, bibliometric studies, which is one of the most important reference sources of science policies, come to the fore. In these studies, publications produced by individuals or institutions are analyzed after determining their subject, period and region. In this context, the main purpose of this study is to investigate the master and doctorate theses registered under the title of environment problems in the Thesis Center of the Council of Higher Education between 1978-2018 in line with various parameters by using bibliometric analysis technique. In accordance with this purpose, environmental problems were written in the search section of the web page of the Thesis Center of the Higher Education Council and the master's and doctorate theses were analyzed in detail. 214 master's and doctoral theses have written under the title of urbanization in Turkey by the end of 2018. 36 of these theses are doctoral theses and 178 of them are master's theses. In the scope of the subject, bibliometric studies can be performed on topics such as environment, environmental policy and environmental law in the following years except for the title of environmental problems. In addition, in these subjects comparisons between countries, branches of science and public and private sectors producing publications will be useful for contributing to the literature.

Keywords: Bibliometric study, doctoral thesis, environmental problems, master thesis.

Türkiye'de Çevre Sorunları Başlığı Altında Hazırlanmış Kayıtlı Yüksek Lisans ve Doktora Tezlerinin Bibliyometrik İncelenmesi

Öz: Dünyadaki ülkeler son yıllarda çevre sorunlarına daha fazla önem vermeye başlamıştır. Çünkü bu sorunlar insan hayatını her yönüyle ve sınır tanımaksızın tehdit etmektedir. İklim değişiklikleri, sıcaklıkların artması, buzulların erimesi ve doğal bitki örtüsünün değişim göstermesi tehdit unsuru içeren çevre sorunları arasındadır ve uluslararası alanda birçok ülke bu konularda beraber hareket etmektedir. Ekolojik dengenin ve doğal hayatın korunması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, atıkların geri dönüşümü ve doğa dostu üretim biçimleri çevre sorunlarına getirilecek güçlü çözümlerdir. Ayrıca, bu konulara çözüm getirmek için özgün akademik çalışmalar yapılmalıdır. Bu bağlamda, bilim politikalarının en önemli referans kaynaklarından biri olan bibliyometrik çalışmalar ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmalarda, bireyler veya kurumlar tarafından üretilen yayınlar, konusu, dönemi ve bölgesi belirlendikten sonra analiz edilmektedir. Bu kapsamda, bu çalışmanın amacı, 1978-2018 yılları arasında Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezinde çevre sorunları başlığı altında kaydedilen yüksek lisans ve doktora tezlerini, bibliyometrik analiz tekniğini kullanarak çeşitli parametreler doğrultusunda incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezinin web sayfasının arama bölümüne çevre sorunları yazılmış ve yüksek lisans ve doktora tezleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. 2018 yılı sonuna gelindiğinde Türkiye'de çevre sorunları başlığı altında 214 lisansüstü tez yazılmıştır. Bu tezlerin 36 tanesi doktora tezi, 178 tanesi ise yüksek lisans tezidir. Konu kapsamında çevre sorunları başlığı dışında çevre, çevre politikası ve çevre hukuku gibi konularda da önümüzdeki yıllarda bibliyometrik çalışmalar yapılabilir. Ayrıca, bu konularda ülkeler, bilim dalları ve yayın üreten kamu ve özel sektör arasındaki karşılaştırmalar literatüre katkıda bulunmak adına yararlı olacaktır.

*Sorumlu yazarın:

Bülent ESKİN

Aksaray Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Aksaray, Türkiye.

✉: b_eskin@hotmail.com

Cep telefonu : +90 (505) 852 04 51

Telefon : +90 (382) 288 24 70

Faks : +90 (382) 288 25 49

Anahtar kelimeler: Bibliyometrik çalışma, doktora tezi, çevre sorunları, yüksek lisans.

[¹] This study was prepared by adapting a part of the Master Thesis "Bibliometric Analysis of Registered Graduate Theses in the Field of Urbanization and Environmental Problems in Turkey"

INTRODUCTION

In recent years, states have started to attach more and more importance to this issue since environmental problems threaten human life in every aspect and without any boundaries. Climate changes, rising temperatures, melting glaciers, storms and changing natural vegetation have enabled many countries to act together internationally. Additionally, these threats to the environment are recognized as global problems rather than national problems (Baykal & Baykal, 2008).

Considering that the quality of the environment is affected by the global structure even within the borders of a country, implementing the rules to be determined by the global environmental authority as a country will be a strong solution to protect living spaces worldwide (Kaypak, 2013). In this context, protecting ecological balance and natural life, using renewable energy sources such as wind, sun, recycling urban and industrial wastes, using nature-friendly production forms and products and increasing the quality and quantity of green environment in urban areas are strong solutions to be brought to the environmental problems of a global nature by countries. There are also a need for original academic studies that will bring solutions with analytical approach to these issues in Turkey. In this context, bibliometric studies, one of the most important reference sources of science policies, come to the fore.

In bibliometric studies, publications specific to a field of science produced by individuals or institutions in a certain period and in a certain region and the relationships between these publications are analysed numerically (Tubitak Ulakbim Cahit Arf Information Center, 2020). In such researches that researchers apply for different reasons, researches in a certain area and researchers are identified. In addition, there are the opportunities to make comparisons between countries, schools and institutions on different topics with bibliometric studies (Koehler, 2001). For this purpose, scientists increase the level of relationship between their studies by conducting factor analysis as well as statistical techniques such as regression and correlation in their academic study (Subramanyam, 1982).

It is noteworthy that in today's world there are new developments in science and a rapid increase in knowledge. In addition, previous scientific studies make a great contribution to the branches of science. At this point, the institutions that enable the sharing of scientific information with the application area, help to convey the information produced in a way that contributes to the relevant field. Institutions provide this information sharing through their publications and digital environment (Taşkın & Çakmak, 2010).

Countries should put their science and technology policies on a healthy basis. In this context, quantitative and qualitative characteristics of the publications produced by the scientific community in Turkey should be questioned and policies should be constituted to improve these qualifications (Al, 2008). For this purpose, the National Council of Higher Education Thesis Center in Turkey has made its data accessible electronically to contribute to science, to support scientific research and activities.

Within the scope of this study, in which bibliometric analysis technique is used, between 1978-2018 under the title of environmental problems it is aimed to determine the master's and doctoral theses registered at the Higher Education Council's Thesis Center in line with various parameters. In addition, another aim of this study is to gather the findings under a single study framework and to reach a large number of study data from a single source.

MATERIAL AND METHODS

The main material of this study consists of domestic and foreign primary and secondary sources obtained as a result of the literature review, and master's and doctoral theses registered in the National Thesis Center of the Higher Education Council. During the preparation of the study, university and municipal libraries, various electronic libraries, internet search engines, Higher Education Council thesis scanning page and scientific articles published on this subject were used.

In this study, between the years 1978-2018, master's and doctoral theses are made under the heading of environmental problems in Turkey were investigated using bibliometric analysis technique in accordance with various parameters. Accordingly, a detailed analysis of master's and doctoral theses was made by writing the keyword "environmental issues" in the screening section of the Higher Education Council's Thesis Center website. The type, method, language of the thesis, number of pages, accessibility status, year of writing, university where it was published, institute where it was published, department of publication, consultant title and province where it was made are among the bibliometric parameters used in the study.

RESULTS

Bibliometric studies are very popular today and many issues have been identified with bibliometric analysis in Turkey. It is easy to follow the development process of a science field thanks to the studies prepared by using bibliometry.

When literature has been investigated, it is possible to reach many studies about master's and doctorate

thesis prepared in Turkey. Satır's (1998) thesis titled as "Bibliometric analyses" is one of the first works prepared on this subject.

In Turkey 25 master's and doctoral thesis on bibliometrics total under the title is written until today. 11 of these theses (Table 1) were written in 2019 and 2020 (Council of Higher Education Thesis Center, 2019).

Bibliometric Investigation: The <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp> web address of the Council of Higher Education Thesis Center was used in all investigations made under this title.

There are 214 doctorate and master's thesis written (Table 2) under the heading of environmental problems in Turkey by the end of 2018. 36 of these theses are doctoral theses and 178 of them are master's theses. Doctorate theses constitute 16.82% of the total theses. On the other hand master's theses constitute 83.18% of the total thesis.

Table 1. Bibliometric theses written at the master's and doctorate in recent years (Council of Higher Education Thesis Center, 2019).

Title of Thesis	Thesis Type	Subject
A comprehensive bibliometric analysis of documents of organization theories on social entrepreneurship (Akkocaoğlu, 2019)	Master's	Business Administration
Ethics in STS: A bibliometric exploratory study (Oguz, 2019)	Master's	Science and Technology
A bibliometric analysis of critical construction management studies (Deniz, 2019)	Master's	Architecture
Tourism and Islamophobia in the field of Bibliometric Analysis (Coskun, 2020)	Master's	Religion, Tourism
Bibliometric analysis of cultural tourism studies (Altuntop, 2019)	Master's	Tourism
Evaluation of scientific publications in international trade with social network analysis: A bibliometric study (Cinar 2019)	Master's	Economics, Business Administration
Examination of concept of open innovation in the World and Turkey with bibliometric, content and document analysis (Percin, 2019)	Master's	Business Administration
Bibliometric analysis of management information systems discipline (Kefkir, 2019)	Master's	Business Administration
The early stages of organization and management studies in North America and Europe: A bibliometric analysis (Emre, 2019)	Master's	Business Administration
Bibliometric analysis of organizational behaviour research (Karaboga, 2019)	Master's	Bibliography, Business Administration
Bibliometric analysis of theses in music abstract (Aksaray, 2019)	Master's	Music

Table 4. Distribution of master's and doctoral theses under title of environmental problems according to their language.

Language of Thesis	Doctorate		Master's		Total	
	Frequency	%	Frequency	%	Frequency	%
Turkish	36	100	174	97.75	210	98.13
English	-	-	4	2.25	4	1.87
Total	36	100	178	100	214	100

Table 5. Distribution of master's and doctoral theses under title of environmental problems according to number of pages

Number of pages	Doctorate	Master's	Total Frequency	%
0-100	2	52	54	25.23
101-200	10	110	120	56.07
201-300	18	15	33	15.42
301-400	6	1	7	3.27
401 and over	-	-	-	-
Total	36	178	214	100

23 from a total of 36 doctoral theses written under the title of environmental problems in Turkey is accessible thesis. 13 of them are inaccessible theses. In addition, 91 of the 178 master's theses written are accessible. In addition 87 master theses are inaccessible (Table 6). In overall total,

Table 2. Distribution of master's and doctorate theses under title of environmental problems.

Type	Frequency	%
Doctorate Theses	36	16.82
Master's Theses	178	83.18
Total	214	100

96 out of 214 master and doctorate theses which are registered in the National Thesis Center of Higher Education Council, were written using qualitative research methods and 73 of them were written using quantitative research methods. 13 thesis were written (Table 3) by using mixed research methods. The research method of 32 theses could not be determined.

Table 3. Distribution of master and doctorate theses under the title of environmental problems according to research method.

Research Methods	Doctorate	Master's	Total Frequency	%
Qualitative	16	80	96	44.86
Quantitative	15	58	73	34.11
Mixed	1	12	13	6.07
Undetectable	4	28	32	14.95
Total	36	178	214	100

According to the information obtained from the National Thesis Center of the Council of Higher Education, all 36 doctoral theses in the field of environmental problems were written in Turkish. 174 of the 178 master's theses were written (Table 4) in Turkish On the other hand 4 theses were written in English. In grand total, 98.13% of the doctoral and master's theses were written in Turkish and 1.87% in English.

Under the heading of environmental problems in Turkey, the ratio of master's and doctoral theses written between 101 and 200 pages, is 56.07%. The rate of thesis written under 100 pages is 25.23%. Also 15.42% of the written theses in Turkey are between 201 and 300 pages. And there are 3.27% theses between 301 and 400 pages. There is no thesis written over 400 pages (Table 5).

114 of the doctoral and master's theses written are accessible, while 100 are not. The total accessibility rate of the theses is 53.27%. The inaccessible thesis rate is 46.73%.

Table 6. Accessibility status of master's and doctorate theses titled environmental problems.

Accessibility	Doctorate		Master's		Total	
	Frequency	%	Frequency	%	Frequency	%
Accessible Thesis	23	63.89	91	51.12	114	53.27
Inaccessible Thesis	13	36.11	87	48.88	100	46.73
Total	36	100	178	100	214	100

1994, 1997, 2010 are the years when the doctoral theses written in the field of environmental problems are the highest with 8.3% (Table 7). Doctoral theses were not written in 1988, 1989, 1991, 1998, 1999, 2001, 2002, 2003, 2007 and 2017 in this topic.

1996 is the year when the master's theses written in the field of environmental problems are the highest with 6.74%. In 1978 and 1987, no master thesis on environmental problems have written in Turkey.

1996 and 2010 are the years when the highest master's and doctoral thesis have been written with 6.74% under the title of environmental problems. In addition, there have no master's and doctoral thesis on

environmental problems in 1988 and between 1978 and 1987.

Under the heading of environmental problems in Turkey 214 theses were written. 132 of these theses were prepared within the institutes of social sciences. 44 of them (Table 8) were prepared at the Graduate School of Natural and Applied Sciences. Institute of Marine Sciences and Management, The Graduate School of Engineering & Sciences, Middle East Technical University- Northern Cyprus Campus- Graduate School of Natural and Applied Sciences, Institute of Middle East Studies are institutes which have been written only one thesis.

Table 7. Distribution of master's and doctoral theses titled environmental problems by years.

Years	Doctorate		Master's		Total	
	Frequency	Percentage (%)	Frequency	Percentage (%)	Frequency	Percentage (%)
1978	2	5.56	-	-	2	0.93
1987	1	2.78	-	-	1	0.47
1989	-	-	1	0.56	1	0.47
1990	1	2.78	3	1.69	4	1.87
1991	-	-	7	3.93	7	3.27
1992	1	2.78	5	2.81	6	2.80
1993	1	2.78	8	4.49	9	4.21
1994	3	8.33	1	0.56	4	1.87
1995	1	2.78	10	5.62	11	5.14
1996	2	5.56	12	6.74	14	6.54
1997	3	8.33	5	2.81	8	3.74
1998	-	-	6	3.37	6	2.80
1999	-	-	5	2.81	5	2.34
2000	1	2.78	5	2.81	6	2.80
2001	-	-	5	2.81	5	2.34
2002	-	-	6	3.37	6	2.80
2003	-	-	3	1.69	3	1.40
2004	1	2.78	4	2.25	5	2.34
2005	1	2.78	7	3.93	8	3.74
2006	1	2.78	10	5.62	11	5.14
2007	-	-	6	3.37	6	2.80
2008	2	5.56	5	2.81	7	3.27
2009	1	2.78	9	5.06	10	4.67
2010	3	8.33	11	6.18	14	6.54
2011	1	2.78	4	2.25	5	2.34
2012	2	5.56	9	5.06	11	5.14
2013	2	5.56	4	2.25	6	2.80
2014	1	2.78	3	1.69	4	1.87
2015	2	5.56	3	1.69	5	2.34
2016	1	2.78	9	5.06	10	4.67
2017	-	-	8	4.49	8	3.74
2018	2	5.56	4	2.25	6	2.80
Total	36	100	178	100	214	100

Table 8. Distribution of master's and doctorate theses written under the title of environmental problems by institutes.

Institute	Doctorate	Master's	Total Frequency	Percentage(%)
Institute of Marine Sciences and Management	0	1	1	0.47
Institute of Education Sciences	6	25	31	14.49
Graduate School of Natural and Applied Sciences	6	38	44	20.56
The Graduate School of Engineering & Sciences	0	1	1	0.47
Middle East Technical University-Northern Cyprus Campus- Graduate School of Natural and Applied Sciences	0	1	1	0.47
Institute of Middle East Studies	0	1	1	0.47
Health Sciences Institute	2	1	3	1.40
Social Sciences Institute	22	110	132	61.67
Total	36	178	214	100

Theses written under the heading of environmental problems in Turkey does not have

departments of 38.79% (Table 9), or could not be determined. The primary education department ranks first

with 11.21% among those with a specific department. Public administration with 6.07%, secondary school science and mathematics education with 4.21%, and

geography department with 3.74% are other departments in the top four.

Table 9. Distribution of master's and doctoral theses under title of environmental problems according to published department.

Department	Doctorate	Master's	Total Frequency	Percentage (%)
Public Administration	1	12	13	6.07
Environmental Engineering	-	3	3	1.40
Geography	-	8	8	3.74
Educational Sciences	1	1	2	0.93
Social Sciences	1	-	1	0.47
Biology Education	-	1	1	0.47
Business Administration	-	3	3	1.40
Farming Economy	3	1	4	1.87
Social Environment Sciences	3	4	7	3.27
Forest Engineering	1	-	1	0.47
Landscape Architecture	-	3	3	1.40
Economics	2	5	7	3.27
Radio Television and Cinema	-	1	1	0.47
Applied Sociology	-	1	1	0.47
Finance	2	-	2	0.93
Art History	-	1	1	0.47
Home Economics and Nutrition Education	-	2	2	0.93
Primary Education	1	23	24	11.21
Marine Environment	-	1	1	0.47
International Relations	1	2	3	1.40
Field Crops	-	1	1	0.47
Geological Engineering	-	1	1	0.47
Environmental Sciences	-	3	3	1.40
Sociology	-	3	3	1.40
Labour Economics and Industrial Relations	-	2	2	0.93
Secondary School Science and Mathematics Education	2	7	9	4.21
Science Education	-	2	2	0.93
Political Science and Public Administration	1	2	3	1.40
Building Education	-	1	1	0.47
Elementary Science Education	-	1	1	0.47
Public Law	-	1	1	0.47
Department of Social Sciences Education	-	1	1	0.47
Chemical Science Education	-	1	1	0.47
Middle East Geography	-	1	1	0.47
Public Relations and Publicity	-	1	1	0.47
Philosophy and Religious Sciences	1	-	1	0.47
Fine Arts Education	1	-	1	0.47
Philosophy	-	2	2	0.93
Urban and Regional Planning	-	1	1	0.47
English Language and Literature	1	-	1	0.47
Sustainable Environment and Energy Systems	-	1	1	0.47
Mathematics and Science Education	-	3	3	1.40
Turkish and Social Sciences Education	-	1	1	0.47
Public Health	1	-	1	0.47
The Department does not exist or could not be determined	13	70	83	38.79
Total	36	178	214	100

Gazi University, Istanbul University, Ankara University and Marmara University are universities that prepare the most doctorate and master's thesis under the title of environmental problems in Turkey (Table 10).

Under the title of environmental issues 8 doctorate theses and 26 master theses in Gazi University 34 theses in total have been prepared. Istanbul university is following this university with a total of 31 master and doctorate theses. On the other hand, a total of 26 theses at Ankara University and 11 theses at Marmara University have been prepared.

108 of the master's and doctoral theses (Table 11) on environmental problems determined in the National Thesis Center of the Council of Higher Education have been written at the Professor Doctor consultancy. In addition, 47 theses have been prepared at the Assoc.Dr.

consultancy. Moreover 55 theses have been written at the consultancy of Assist.Prof.Dr. While 1 thesis is being prepared at the consultancy of Dr. Lecturer, the title of the consultant of another master's thesis hasn't been determined.

66 of the 214 master and doctoral theses on environmental problems registered in the National Thesis Center of the Higher Education Council were written in Ankara. Regarding this title, 49 theses in Istanbul and 9 theses in Izmir have been written. (Table 12). Maximum doctoral theses were written in Ankara with 19 theses. Master's thesis at most were written in Ankara with 47 theses and in Istanbul with 41 theses. Moreover, thesis under the heading of environmental problems in 38 different cities in Turkey has prepared.

Table 10. Distribution of master's and doctoral theses published under the title of environmental problems by universities.

University	Doctorate	Master's	Total Frequency	Percentage (%)
Abant İzzet Baysal University	-	1	1	0.47
Adnan Menderes University	-	3	3	1.40
Afyon Kocatepe University	-	3	3	1.40
Ahi Evran University	-	2	2	0.93
Akdeniz University	-	1	1	0.47
Anadolu University	1	3	4	1.87
Ankara University	9	17	26	12.19
Atatürk University	1	2	3	1.40
Balıkesir University	-	2	2	0.93
Bilecik Şeyh Edebali University	-	1	1	0.47
Celal Bayar University	-	1	1	0.47
Cumhuriyet University	-	4	4	1.87
Çağ University	-	1	1	0.47
Canakkale Onsekiz Mart University	-	1	1	0.47
Cukurova University	-	3	3	1.40
Dokuz Eylül University	2	-	2	0.93
Dumlupınar University	-	3	3	1.40
Ege University	-	7	7	3.27
Erciyes University	-	2	2	0.93
Eskişehir Osmangazi University	-	2	2	0.93
Fırat University	-	2	2	0.93
Gazi University	8	26	34	15.89
Gaziosmanpaşa University	-	1	1	0.47
Gebze Institute of Technology	-	1	1	0.47
Gümüşhane University	-	1	1	0.47
Hacettepe University	2	1	3	1.40
İnönü University	-	6	6	2.80
İstanbul Teknik University	2	3	5	2.34
İstanbul University	3	28	31	14.49
Karadeniz Teknik University	-	2	2	0.93
Kocaeli University	2	3	5	2.34
Maltepe University	-	1	1	0.47
Marmara University	3	8	11	5.14
Mersin University	-	1	1	0.47
Mimar Sinan Fine Arts University	-	1	1	0.47
Muğla Sıtkı Koçman University	-	1	1	0.47
Muğla University	-	1	1	0.47
Mustafa Kemal University	-	1	1	0.47
Namik Kemal University	1	1	2	0.93
Necmettin Erbakan University	-	3	3	1.40
Niğde Ömer Halisdemir University	-	2	2	0.93
Ondokuz Mayıs University	-	1	1	0.47
Orta Doğu Teknik University	-	3	3	1.40
Pamukkale University	-	3	3	1.40
Sakarya University	-	2	2	0.93
Selçuk University	1	2	3	1.40
Süleyman Demirel University	-	6	6	2.80
Trakya University	-	2	2	0.93
Uludağ University	1	4	5	2.34
Uşak University	-	1	1	0.47
Yüzüncü Yıl University	-	1	1	0.47
Total	36	178	214	100

Table 11. Distribution of master's and doctoral theses titled environmental problems according to advisor titles.

Advisor	Doctorate	Master's	Total Frequency	Percentage (%)
Prof.Dr.	29	79	108	50.47
Assoc.Prof.Dr. + Asst.Prof.Dr.(with two advisor)	-	1	1	0.47
Prof.Dr.+Dr. (with two advisor)	-	1	1	0.47
Assoc.Prof.Dr.	5	42	47	21.96
Asst.Prof.Dr.	1	54	55	25.70
Dr. Lecturer	1	-	1	0.47
Undetermined	-	1	1	0.47
Total	36	178	214	100

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

It has been seen that in recent years studies prepared by bibliometric analyses have become very popular. It is easy to follow the development process of a science field thanks to the studies prepared by using bibliometry. In addition, it is also possible to plan for the future and to focus on problems if there are any (Altas & Acar, 2018). In this context, master's and doctoral theses written under the title of environmental problems in Turkey have been discussed in detail in this part of the study.

Under the title of environmental problems in Turkey, 214 master's and doctoral theses written. 36 of these theses are doctoral theses and 178 are master theses. Doctoral theses constitute 16.82% of total theses, while master theses make up 83.18%. Considering these rates, most of the theses made under the title of environmental problems are master's theses.

The fact that many of the master's students do not do doctorate is the biggest reason for the difference between master's and doctoral theses. Another reason for

this situation is that the process of entering to the doctorate and getting education is more difficult compared to master's. In addition, the fact that some of the researchers

turn to different fields is another factor that causes less doctorate theses to be written.

Table 12. Under the title of environmental problems distribution of master's and doctoral theses according to the provinces in which they were written.

Province	Doctorate	Master's	Total Frequency	Percentage (%)
Ankara	19	47	66	30.84
Istanbul	8	41	49	22.90
Bolu	-	1	1	0.47
Aydın	-	3	3	1.40
Afyonkarahisar	-	3	3	1.40
Kırşehir	-	2	2	0.93
Antalya	-	1	1	0.47
Eskişehir	1	5	6	2.80
Erzurum	1	2	3	1.40
Balıkesir	-	2	2	0.93
Bilecik	-	1	1	0.47
Manisa	-	1	1	0.47
Sivas	-	4	4	1.87
Mersin	-	2	2	0.93
Canakkale	-	1	1	0.47
Adana	-	3	3	1.40
Kütahya	-	3	3	1.40
Izmir	2	7	9	4.21
Kayseri	-	2	2	0.93
Elazığ	-	2	2	0.93
Tokat	-	1	1	0.47
Kocaeli	2	4	6	2.80
Gümüşhane	-	1	1	0.47
Malatya	-	6	6	2.80
Trabzon	-	2	2	0.93
Muğla	-	2	2	0.93
Hatay	-	1	1	0.47
Tekirdağ	1	1	2	0.93
Konya	1	5	6	2.80
Niğde	-	2	2	0.93
Samsun	-	1	1	0.47
Denizli	-	3	3	1.47
Edirne	-	2	2	0.93
Sakarya	-	2	2	0.93
Bursa	1	4	5	2.34
Uşak	-	1	1	0.47
Isparta	-	6	6	2.80
Van	-	1	1	0.47
Total	36	178	214	100

Under the title of environmental problems in Turkey 96 graduate theses using qualitative research methods have been written. In addition 73 theses have been prepared using quantitative research methods. Using mixed research methods, 13 theses have been written and the research method of 32 theses has not been determined.

It has been observed that the researchers working under the title of environmental problems mostly adopt the qualitative research method in their master's and doctorate theses. As the reason for this; It is considered that numerical analysis of quantitative study data such as experiment, questionnaire, interview used in quantitative research methods is more difficult or these methods are not known to the researchers. It is considered that some researchers use mixed method to enrich their studies, if not high.

All 36 pieces of prepared doctoral thesis under the title of environmental problems in Turkey is written in Turkish. 174 of the 178 master's theses are written in Turkish and 4 in English. According to this data, only Turkish and English language was used master's and

doctoral theses written under the title of environmental problems in Turkey.

The greatest factor in the use of the Turkish spelling language in such a high degree in master's and doctorate theses are the convenience of researching and writing in the native language. In addition, lack the desired level of foreign language teaching in Turkey and the difficulty of doing scientific studies in a foreign language, researchers are directed to write Turkish thesis.

56.07% of the written theses under the title of environmental problems in Turkey is between 101 and 200 pages. The rate of thesis written under 100 pages in this title is 25.23%. In addition, 15.42% of theses written in the same title are between 201 and 300 pages and 3.27% between 301 and 400 pages. There is not thesis written over 400 pages. More than half of the theses written under the title of environmental problems in Turkey, according to these data is between 101 and 200 pages. The majority of postgraduate theses with a page number of 201 and above are doctoral theses. The factor that causes this situation is

that doctoral theses studies are more comprehensive than master's theses studies.

114 doctorate and master's theses which are written under the title of environmental problems in Turkey are accessible. But 100 theses are not accessible. Inaccessible thesis rate is 46.73%. The total accessibility rate of theses is 53.27%.

More than half of the theses written under the title of environmental problems in Turkey have been determined to be accessible. Especially, it was determined that doctorate and master's theses written up to the first half of the 1990s were registered in the Higher Education Council's Thesis Center by placing an access barrier by their authors. After 2000s, most of the theses written under the mentioned title are open to access. The fact that the theses are accessible will contribute to the development of the science field under this title in the coming period.

The majority of doctorate and master's theses are open to access on the internet as a result of the legal process in 2018 initiated by the initiative of the Council of Higher Education in Turkey. While the ratio of the number of accessible theses was 56.3% in 2017, it increased to 98.7% in theses written in 2018. In 2017, 36610 theses were added to the system. And in the same year, 20617 theses were made accessible. In 2018, 41816 theses were added to the system. The number of theses open to access is 41314 in the same year. It is considered that 1.3% theses in 2018 to be inaccessible due to national security.

According to the ratio of all doctorate and master's theses open to accessibility (Table 13) announced by the Council of Higher Education in 2018, the accessibility rate of theses written until today under the title of environmental problems is low. Increasing the accessibility rate of the theses in this title will contribute to the scientists working in this science field in the future.

Table 13. Accessibility in recent years of master's and doctoral theses in Turkey (Education, 2019).

Year	Number of Theses Added to the System	Number of Accessible Theses	Percentage of Accessible Theses
2017	36610	20617	%56.3
2018	41816	41314	%98.7

According to 2019 data, the number of users benefiting from the National Thesis Center has increased by 25% compared to the previous year and reached 5,036,614 (Table 14). The number of people using the system was 4,019,895 in 2018. Consequently, it has observed that more than 1 million users used the system in a year (Council of Higher Education, 2020).

Between the years 1978-2006 under the heading of environmental problems in Turkey 124 theses were written. In addition between the years 2007 and 2018 90 theses were written under this title. Especially since 2006,

the universities opened in Turkey's 81 provinces, a rapid increase in the number of theses work done under the title of environmental problems have generated.

132 of them in 214 theses written under the title of environmental problems in Turkey have prepared within the Graduate School of Social Sciences. 44 theses registered in Graduate School of Natural and Applied Sciences have been written. According to these data; The majority of the prepared doctoral and master's thesis in the title of environmental problems in Turkey has been in Graduate School of Social Sciences and Graduate School of Natural and Applied Sciences.

Table 14. Statistics of the Council of Higher Education Thesis Center (Council of Higher Education, 2020).

Data Titles	Year 2018	Year 2019	Increment (%)
Number of Users	4.019.895	5.036.614	25
Number of Theses Registered to the Database	520.456	594.578	14
Number of New Theses Added to the System	41816	74.122	77
Number of Theses Download	14.640.189	16.364.817	12
Number of Page views	60.999.337	74.166.309	22

Doctorate and master's theses in 44 different departments under the title of environmental problems in Turkey has been prepared. Analyzing of the title of environmental problems by many departments will contribute to addressing the issue from different perspectives and to bring many scientific works into the literature. Under this title, the departments of 83 theses is not specified in the National Thesis Center of the Higher Education Council. However, all theses written after 2006 have been written within the department. The reason for this situation is that the entrance of the department is obligatory during data upload to the system depending on the development of the technology.

Gazi University, Istanbul University, Istanbul Technical University, Ankara University, Mimar Sinan Güzel Sanatlar University and Marmara University which are universities with the most theses written under the title of environmental problems in Turkey. The reason for this situation is the high number of opportunities that these universities in the metropolitan cities offer to researchers. In addition, the locations of these universities are cities where environmental problems are intensely experienced.

108 of the doctoral and master's theses written under the title of Environmental Problems was written with the advisor holding the title of Professor Doctor. 47 theses under the advisor of Associate Professor Doctor and 55 theses under the advisor of Assistant Professor Doctor were written. In this context, there is no hierarchy between title and thesis advisory. In addition, one thesis was prepared under the advisor of Doctor Lecturer. The reason is that, this title began to be used in 2018.

The highest number of master's and doctoral theses under the title of environmental problems in Turkey have been written Ankara, Istanbul and Izmir provinces. The redundancy of population and university in these cities can be considered as the reason for this situation. It is a positive situation that a large number of thesis studies are carried out in universities in these provinces where environmental problems are intense.

In this study, while seeking theses in the National Thesis Center of the Higher Education Council, environmental problems title was written in the field of scanning. In the future, new studies can be done by searching the words of environment, environmental policy and environmental law.

Before the theses are submitted, books, articles and theses related to bibliometric studies in the world and Turkey must be investigated with detailed. Thus, some errors encountered in the studies to be carried out within the subject will be reduced. In addition, it is thought that repeating the studies conducted in this field at certain intervals will contribute to the updating and enrichment of the literature. In the future, country, science, and public and private sector comparisons producing publications will also contribute to the literature.

REFERENCES

- Akkocaoglu, S. (2019).** *A comprehensive bibliometric analysis of documents of organization theories on social entrepreneurship.* Master's Thesis, Atılım University Social Sciences Institute. Ankara, Turkey, 145p.
- Aksaray, O. (2019).** *Bibliometric analysis of theses in music abstract.* Kırıkkale University Social Sciences Institute. Kırıkkale, Turkey, 63p.
- Al, U. (2008).** *Scientific publication policy of Turkey: A bibliometric approach based on citation indexes.* Master's Thesis, Hacettepe University Social Sciences Institute. Ankara, Turkey, 230p.
- Altas, A. & Acar, Y. (2018).** Bibliometric profile of the postgraduate dissertations written in the field of gastronomy. *Journal of Aksaray University Faculty of Economics and Administrative Sciences.* **10**(3), 1-10.
- Altıntop, V. (2019).** *Bibliometric analysis of cultural tourism studies.* Doctorate Thesis, Gazi University Social Sciences Institute. Ankara, Turkey, 160p.
- Baykal, H. & Baykal, T. (2008).** Environmental problems in a globalized world. *Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute,* **5**(9), 1-17.
- Cınar, B. (2019).** *Evaluation of scientific publications in international trade with social network analysis: A bibliometric study.* Master's Thesis, Alanya Alaaddin Keykubat University Social Sciences Institute. Alanya-Antalya, Turkey, 95p.
- Coskun, S.K. (2020).** *Tourism and Islamophobia in the field of bibliometric analysis.* Master's Thesis, Selçuk University Social Sciences Institute. Konya, Turkey, 145p.
- Council of Higher Education. (2019).** *Thesis center.* Date of access: 13.05.2019, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Council of Higher Education. (2020).** *Statistics of National Thesis Center.* Date of access:18.03.2020, <https://www.yok.gov.tr/Sayfalar/Haberler/2020/yok-ulusal-tez-merkezi-istatistikleri.aspx>.
- Deniz, B.D. (2019).** *A bibliometric analysis of critical construction management studies.* Master's Thesis, Izmir Institute of Technology The Graduate School of Engineering & Sciences. Izmir, Turkey, 155p.
- Emre, Y. (2019).** *The early stages of organization and management studies in North America and Europe: A bibliometric analysis.* Master's Thesis, Muğla Sıtkı Koçman University Social Sciences Institute. Muğla, Turkey, 107p.
- Hurriyet. (2019).** *Education.* Date of access: 17.02.2020, <https://www.hurriyet.com.tr/egitim/erisime-acik-tez-sayilarinin-orani-yuzde-99a-cikti-41079989>.
- Karaboga, H.A. (2019).** *Bibliometric analysis of organizational behavior research.* Master's Thesis, Yıldız Teknik University Social Sciences Institute. Istanbul, Turkey, 132p.
- Kaypak, Ş. (2013).** The global environmental politics for the solution of environmental problems. *Muğla University Journal of Social Sciences Institute,* **31**, 17-34.
- Kefkir, T.A. (2019).** *Bibliometric analysis of management information systems discipline.* Master's Thesis, Başkent University Social Sciences Institute. Ankara, Turkey, 91p.
- Koehler, W. (2001).** Information science as "Little Science":The implications of a bibliometric analysis of the Journal of the American Society for Information Science. *Scientometrics,* **51**(1), 117-132.
- Oguz, M.C. (2019).** *Ethics in STS: A bibliometric exploratory study.* Master's Thesis, Ozyeğin University Social Sciences Institute. Cekmeköy-Istanbul, Turkey, 118p.
- Percin, H. (2019).** *Examination of concept of open innovation in the World and Turkey with bibliometric, content and document analysis.* Master's Thesis, Izmir Katip Çelebi University Social Sciences Institute. Izmir, Turkey, 222p.
- Satır, A. (1998).** *Bibliometric analyses.* Master's Thesis, Hacettepe University Graduate School of Natural and Applied Sciences. Ankara, Turkey, 58p.
- Subramanyam, K. (1983).** Bibliometric studies of research collaboration: A review. *Journal of information Science,* **6**(1), 33-38.
- Taskın, Z. & Çakmak, T. (2010).** Bibliometric profile of information world since the beginning. *Information World,* **11**(2), 332-348.
- Tubitak Ulakbim Cahit Arf Information Center. (2020).** *Bibliometric analysis.* Date of access: 18.02.2020, <https://cabim.ulakbim.gov.tr/bibliyometrik-analiz>.



Effects of Heavy Metals with Different Concentrations on Some Biological Properties of *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae) Larvae

Elif Fatma TOPKARA* Oğuzhan YANAR

Ondokuz Mayıs University, Science and Art Faculty, Biology Department, Samsun, Turkey

Geliş/Received: 14.11.2020

Kabul/Accepted: 08.12.2020

How to cite: Topkara, E.F. & Yanar, O. (2020), Effects of Heavy Metals with Different Concentrations on Some Biological Properties of *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae) Larvae. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 685-690.

Atf yapmak için: Topkara, E.F. & Yanar, O. (2020). Farklı Konsantrasyonlardaki Ağır Metallerin *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae) Larvalarının Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 685-690.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-4743-2914>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-3457-0768>

***Corresponding author's:**

Elif Fatma TOPKARA
Ondokuz Mayıs University, Science and Art
Faculty, Biology Department, Samsun,
Turkey.
✉: topkaraelif@hotmail.com
Mobile telephone: +90 (542) 848 15 80

Abstract: The aim of this study was to determine the effects of zinc (Zn), iron (Fe), nickel (Ni), copper (Cu), and cobalt (Co) in different amounts on the total consumption amount, pupal weight, pupal protein and lipid content, the development time of the last instar *Hyphantria cunea*. For this purpose, ten artificial diets were prepared using 0.788 mg/ml and 2.364 mg/ml of each metal. A total of 11 diets were made, including one control diet. Chloroform was used to determine the pupal lipid amounts. Protein analysis was performed by semi-micro Kjeldahl method with Kjelttec Auto 1030 analyzer. ANOVA-Dunnet test was used for statistical analysis. With increasing iron and copper amounts in the diet, the larval consumption amounts, pupal weights, pupal protein and pupal lipid amounts of the insect decreased, while the development time was prolonged. Consumption amounts, pupal weights, pupal protein and pupal lipid amounts of the groups containing nickel and cobalt were found to be higher than the control group. It was determined that with increasing zinc amount, consumption amounts, pupal weights, and pupal protein amounts of the larvae increased, but pupal lipid amounts decreased. In this study, it has been shown that heavy metals affect the physiological processes of *H. cunea* larvae.

Keywords: Development time, *Hyphantria cunea*, lipid, protein, pupal weight.

Farklı Konsantrasyonlardaki Ağır Metallerin *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae) Larvalarının Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkileri

Öz: Bu çalışmanın amacı, farklı miktarlarda çinko (Zn), demir (Fe), nikel (Ni), bakır (Cu) ve kobaltın (Co) son evre *Hyphantria cunea*'nın toplam diyet tüketim miktarı, pupa ağırlığı, pupa proteini ve lipit miktarı ve gelişme zamanı üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla, her bir metalden 0.788 mg/ml and 2.364 mg/ml kullanılarak 10 diyet hazırlandı. 1'i kontrol diyeti olmak üzere toplam 11 diyet yapıldı. Pupal lipit miktarlarının belirlenmesinde kloroform kullanıldı. Protein analizi semi-mikro Kjeldahl metodu ile Kjelttec Auto 1030 analizörü ile yapıldı. İstatistik analizlerde ANOVA-Dunnet testi kullanıldı. Diyetteki artan demir ve bakır miktarları ile larvaların tüketim miktarları, pupa ağırlıkları, pupa protein ve pupa lipit miktarları azalırken, gelişme süreleri uzadı. Nikel ve kobalt içeren grupların tüketim miktarlarının, pupa ağırlıklarının, pupa protein ve pupa lipit miktarlarının kontrol grubundan fazla olduğu bulundu. Artan çinko miktarı ile larvaların tüketim miktarlarının, pupa ağırlıklarının, pupa protein miktarlarının arttığı fakat pupa lipit miktarlarının azaldığı belirlendi. Bu çalışmada, ağır metallerin *H. cunea* larvalarının fizyolojik süreçlerini etkilediği gösterildi.

***Sorumlu yazarın:**

Elif Fatma TOPKARA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat
Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun, Türkiye.
✉: topkaraelif@hotmail.com
Cep telefonu : +90 (542) 848 15 80

Anahtar Kelimeler: Gelişme süresi, *Hyphantria cunea*, lipit, protein, pupa ağırlığı.

[¹] This study was produced from the doctoral dissertation prepared by Elif Fatma Topkara.

INTRODUCTION

Heavy metal pollution is one of the most important causes of environmental pollution. Heavy metals enter the environment from natural (mineral decomposition, erosion, and volcanic activities) and anthropogenic sources (mining, smelting, electroplating, pesticides and fertilizers, as well as the use of biosolids in agriculture, sludge discharge, industrial discharge, atmospheric deposition, etc.) (Ali et al., 2013). Various applications, including chemical fertilizers, cause heavy metals to accumulate in the soil, and this is not only a serious threat to plants but also a potential danger to many organisms, including humans (Hejazizadeh et al., 2016). Because heavy metals cannot be broken down, they accumulate in the body tissues of living organisms (bioaccumulation) and their amounts increase as they move from low trophic levels to higher trophic levels (a phenomenon known as biomagnification) (Ali et al., 2013). Considering the food chain, this situation can reach dangerous levels for living things.

Regarding their role in biological systems, heavy metals are classified as essential and non-essential. Essential heavy metals such as Fe, Mn, Cu, Zn, and Ni are required by living organisms in very small amounts for vital physiological and biochemical functions (Cempel & Nikel, 2006; Göhre & Paszkowski, 2006). Non-essential metals such as Cd, Pb, As, Hg, and Cr are metals that are not needed by living organisms for any physiological and biochemical functions (Dabonne et al., 2010; Sánchez-Chardi et al., 2009). Many heavy metals are toxic even at very low amounts and can cause serious problems (Arora et al., 2008; Kara, 2005). The harmful effects of heavy metals have been demonstrated in studies with various animals (Brasso & Cristol, 2008; Pedersen & Saether, 1999; Witeska et al., 2014).

The effects of metals on insects have been shown in various studies. For example, the longevity and fecundity of adult *Chromatomyia milii* Kaltenbach (Diptera: Agromyzidae) and the survival of the offspring decreased with increased exposure to cadmium (Scheier et al., 2006). It was determined that crickets and locusts that consumed the leaves of *Stanleya pinnata* and *Brassica juncea* with high selenium died (Freeman et al., 2007). Görür (2010) found that cabbage and radish plants contaminated with zinc or cadmium had detrimental effects on the growth of aphids. It was determined that the survival of *Heliothis virescens* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) decreased with an increase in zinc and cadmium amounts (Kazemi-Dinan et al., 2014).

The fall webworm, *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae), is a devastating invasive insect

commonly found in North America, its region of origin (Gomi, 2007). It causes unprecedented damage and economic losses due to its excessive fecundity and wide host range, including forest and shade trees and even crops (Zhang et al., 2016). These insects can cause serious crop losses each year in Turkey.

It is essential to know the biology of the species in the fight against pest species. There are studies on the effects of various factors on the protein, lipid, and carbohydrate content of insects (Büyükgüzel & Kalender, 2008; Sharma et al., 2011). In our study, we aimed to determine how five heavy metals (Fe, Zn, Cu, Ni, and Co) in different amounts affect the consumption amounts, pupal weights, pupal protein and pupal lipid amounts, and development time of *H. cunea* larvae.

MATERIAL and METHODS

Hyphantria cunea larvae were collected in Turkey's Samsun Province Çarşamba District on the field studies. The artificial diet developed by Yamamoto (1969) was used as a control diet to feed the larvae. The content of Yamamoto's artificial diet was wheat germ, casein as the protein, saccharose as the carbohydrate, torula yeast, vitamin mixture, salt mixture, cholesterol, sorbic acid, methyl paraben, linseed oil, agar, and water. Different diets were prepared by adding different amounts of Fe, Zn, Cu, Ni, and Co into this diet. For this, heavy metals prepared as 0.788 mg/ml and 2.364 mg/ml were added to the diets. In total, 11 diets were prepared, one of which was the control diet (Table 1).

Table 1. Diet types and diet contents.

Diet types	Diet contents
A	Control Diet (CD)
B	0.788 mg/ml Fe
C	2.364 mg/ml Fe
D	0.788 mg/ml Zn
E	2.364 mg/ml Zn
F	0.788 mg/ml Cu
G	2.364 mg/ml Cu
H	0.788 mg/ml Ni
J	2.364 mg/ml Ni
K	0.788 mg/ml Co
L	2.364 mg/ml Co

Thirty last instar larvae were put into plastic containers containing artificial diets, and the feeding experiment was started every other day. Every other day, the new diet was weighed on a 0.001 sensitive scale and given to the larvae, and the remaining nutrients were weighed after drying in the incubator. This process was continued until the larvae pupated.

Pupae were placed in an incubator set at 45°C to be dried and kept in the incubator until they reached a constant weight. Dried pupae were taken from the

incubator and placed in tubes to determine the lipid amount. It was kept in pure chloroform for 24 hours on a rotating shaker, and this process was repeated 3 times (Simpson & Raubenheimer, 2001). Thus, lipid content was removed from pupae. Then, the pupae were taken into the incubator again and dried until they reached a constant weight. The dried pupae were weighed, and their lipid-free weight was noted. Nitrogen determination of lipid-free *H. cunea* pupae was made by semi-micro Kjeldahl method with Kjeltac Auto 1030 analyzer (Tecator, Sweden). The % nitrogen amounts found as a result of this process were multiplied by the constant of 6.25, and the % protein amounts were found (Oonincx et al., 2015).

In the study, whether the total diet consumption amounts, pupal weights, pupal lipid and pupal protein amounts, and development times of *H. cunea* larvae were statistically different from each other was determined by ANOVA test, and Dunnet test was used. SPSS 21.0 software was used for statistical analysis.

RESULTS and DISCUSSION

Among all the groups, the lowest consumption was in the larvae fed with the diet containing the highest amount of copper (G diet; Mean=277.0±0.4; F=6801.7;

P<0.001). Consumption amounts decreased with the increase in iron and copper amounts added to the diet, and it was found that the consumption amounts of these groups were lower than the control group. These results we found in our study coincide with Vesik and Reichman's (2009) study that metals can deter invertebrate insects. Deterrence causes a decrease in the consumption amount of the insect, and this situation may negatively affect the development stages of the insects. It was found that the consumption amounts of all groups containing nickel and cobalt were higher than the control group. Gonçalves et al., (2007), in a study with *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae), found that as the Ni amount increased, the larvae were significantly less fed and rejected the diet discs with the highest Ni amount, which is the opposite of the result we found in our study (Table 2).

In our study, it was noted that pupal weights decreased with the increase of iron and copper amounts in the diet. Consumption amounts were also low in these groups. In this case, it can be concluded that the low consumption amount negatively affects pupal weight. Similar results were found in other studies examining the effects of metals on pupal weights.

Table 2. Total consumption amount, pupal weight, pupal protein and lipid amount, and development time of *Hyphantria cunea* larvae according to their diet types.

	Diet types	Total consumption amount (mg)	Pupal weight (mg)	Pupal protein amount (mg)	Pupal lipid amount (mg)	Development time (day)	
Mean ± standard error	A	365.6±0.4	58.0±1.0	27.1±0.4	17.3±0.2	3.0±0.1	
	B	358.6±0.5	39.9±0.2	19.6±0.1	10.0±0.1	3.6±0.1	
	C	306.6±0.4	28.7±0.2	13.7±0.1	7.2±0.2	4.5±0.1	
	D	343.7±0.5	45.7±0.6	21.0±0.3	18.5±1.1	2.9±0.1	
	E	385.0±0.5	54.1±0.9	25.9±0.5	9.0±1.1	2.7±0.1	
	F	283.7±0.4	30.3±0.2	19.9±0.1	8.2±0.2	2.9±0.1	
	G	277.0±0.4	26.2±0.2	12.7±0.1	6.5±0.2	3.2±0.1	
	H	380.8±0.6	66.4±1.5	29.0±0.5	19.8±0.3	3.1±0.1	
	J	386.0±0.6	69.6±1.3	26.7±0.4	22.1±0.3	3.1±0.1	
	K	374.0±0.6	64.1±1.8	27.0±0.4	18.0±0.3	3.1±0.1	
	L	379.0±0.6	67.3±1.7	29.8±0.5	20.3±0.3	3.5±0.1	
	ANOVA	df	164	164	164	164	164
F		6801.7	437.6	284.7	615.8	23.3	
P		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	
Dunnet test			B<0.001	B<0.001	B<0.001	B<0.001	B<0.05
			C<0.001	C<0.001	C<0.001	C<0.001	C<0.001
			D<0.001	D<0.001	D<0.001	D<0.05	E<0.05
			E<0.001	E<0.05	F<0.001	E<0.001	L<0.05
			F<0.001	F<0.001	G<0.001	F<0.001	
			G<0.001	G<0.001	H<0.05	G<0.001	
			H<0.001	J<0.001	J<0.001	H<0.001	
			J<0.001	H<0.001	L<0.001	J<0.001	
			K<0.001	K<0.001		L<0.001	
		L<0.001	L<0.001				

Wu et al., (2014) found that in susceptible strains of *Boettcherisca peregrina* Robineau-Desvoidy (Diptera: Sarcophagidae), body weight decreased with increasing copper amount. In another study in which *Panolis flammea*

Denis & Schiffermüller (Lepidoptera: Noctuidae) and *Bupalus piniarius* Linnaeus (Lepidoptera: Geometridae) were used (Heliövaara et al., 1989), it was found that pupae whose larval nutrients were closer to the emission source

were smaller. The decrease in the pupal size of insects affects fecundity (Barah & Sengupta, 1991). If the fecundity is negatively affected, it means that less number of offspring occurs and; therefore, the population is negatively affected by this situation. We found that all groups containing nickel and cobalt had greater pupal weights than the control group. Also, pupal weight increased with increasing zinc amount in the diet.

Determining the changes in the total protein amount in the whole body or a specific tissue of an insect is essential in determining whether the ingredients in the diet are used effectively by the insect and whether it is effective on the growth of the insect (Büyükgüzel, 2002; Büyükgüzel & İcen, 2004). While the pupal protein amount decreased with increasing amounts of iron and copper added to the diet, an increase in the amount of protein was observed with increasing amounts of zinc and cobalt. Heavy metals affect protein homeostasis; they can also bind to proteins and inhibit their biological activities (Tamás et al., 2014). In our study, it was determined that the pupal protein amount in the groups containing iron, zinc, and copper was less than control. It indicates that the pupal protein amount is negatively affected by the presence of these metals.

Insects rely on lipid reserves to survive in periods when they are not physiologically fed or to meet the energy requirements of flying, starvation and developing eggs (Patel et al., 2005). Lipid metabolism is necessary for growth and reproduction and provides the energy needed in long-term non-feeding periods (Arrese & Soulages, 2010). We found that the pupal lipid amount in the groups containing iron and copper was less than the control group. Also, as the amounts of iron, zinc, and copper added to the diet increased, the pupal lipid amounts decreased. In this case, it can be said that these metals may adversely affect vital functions by reducing the pupal lipid amounts. Besides, in our study, it was determined that the lipid amount increased with the increase in nickel and cobalt amounts, and the pupal lipid amounts of these groups were high than control.

Some heavy metals such as Cu, Zn, Fe, Ni, and Co that we used in our study are essential micronutrients for the development of animals (Yaldız & Şekeroğlu, 2013). While necessary in trace amounts, they can cause adverse effects at high amounts. For example, we found that with the increase of iron, copper, and cobalt amounts in the diet, the development time of the larvae was prolonged, with the longest development time in the diet group containing the highest amount of iron (C diet; Mean=4.5±0.1; F=23.3; P<0.001). Prolonged development time may increase the risk of parasitization of larvae (Kaitaniemi & Ruohomäki, 1999). In this case, it can be said that copper and cobalt, in

addition to iron, negatively affect the development time. Also, the development time shortened with increasing zinc amount, the shortest development time in the diet group with the highest zinc amount (E diet; Mean=2.7±0.1; F=23.3; P<0.05).

CONCLUSIONS

With the development of industrialization and urbanization, heavy metals have become highly toxic environmental pollutants, which seriously impair normal metabolism and the physiological and genetic development of organisms. In our study, it was determined that *H. cunea* was physiologically and developmentally affected by heavy metals in different amounts. The results of this study will shed light on other studies in determining the effects of heavy metal contamination on different insect species.

REFERENCES

- Ali, H., Khan, E. & Sajad, M.A. (2013). Phytoremediation of heavy metals-concepts and applications. *Chemosphere*, **91**(7), 869-881. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2013.01.075](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.075)
- Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B. & Mittal, N. (2008). Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. *Food Chemistry*, **111**, 811-815. DOI: [10.1016/j.foodchem.2008.04.049](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.049)
- Arrese, E.L. & Soulages, J.L. (2010). Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. *Annual Review of Entomology*, **55**, 207-225. DOI: [10.1146/annurev-ento-112408-085356](https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085356)
- Barah, A. & Sengupta, A.K. (1991). Correlation and regression studies between pupal weight and fecundity of muga silkworm *Antheraea assama* Westwood (Lepidoptera: Saturniidae) on four different food plants. *Acta Physiologica Hungarica*, **78**(3), 261-264.
- Brasso, R.L. & Cristol, D.A. (2008). Effects of mercury exposure on the reproductive success of tree swallows (*Tachycineta bicolor*). *Ecotoxicology*, **17**, 133-141. DOI: [10.1007/s10646-007-0163-z](https://doi.org/10.1007/s10646-007-0163-z)
- Büyükgüzel, E. & Kalender, Y. (2008). *Galleria mellonella* survivorship, development and protein content in response to dietary antibiotics. *Journal of Entomological Science*, **43**(1), 27-40. DOI: [10.18474/0749-8004-43.1.27](https://doi.org/10.18474/0749-8004-43.1.27)
- Büyükgüzel, K. (2002). Antimicrobial agents: their combined effects on total protein content of the endoparasitoid *Pimpla turionellae* L.

- (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Turkish Journal of Zoology*, **26**(2), 229-237.
- Büyükgüzel, K. & İcen, E. (2004).** Effects of gyrase inhibitors on the total protein content of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) larvae reared on an artificial diet. *Journal of Entomological Science*, **39**(1), 108-116. DOI: [10.18474/0749-8004-39.1.108](https://doi.org/10.18474/0749-8004-39.1.108)
- Cempel, M. & Nickel, G. (2006).** Nickel: a review of its sources and environmental toxicology. *Polish Journal of Environmental Studies*, **15**, 375-382.
- Dabonne, S., Koffi, B., Kouadio, E., Koffi, A., Due, E. & Kouame, L. (2010).** Traditional utensils: potential sources of poisoning by heavy metals. *British Journal of Pharmacology and Toxicology*, **1**, 90-92.
- Freeman, J.L., Stormy Dawn, L., Quinn, C.F., Sirine, F., Marcus, M.A. & Pilon-Smits, E.A.H. (2007).** Selenium accumulation protects plants from herbivory by Orthoptera via toxicity and deterrence. *New Phytologist*, **175**(3), 490-500. DOI: [10.1111/j.1469-8137.2007.02119.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02119.x)
- Gomi, T. (2007).** Seasonal adaptations of the fall webworm *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae) following its invasion of Japan. *Ecological Research*, **22**(6), 855-861. DOI: [10.1007/s11284-006-0327-y](https://doi.org/10.1007/s11284-006-0327-y)
- Gonçalves, M.T., Gonçalves, S.C., Portugal, A., Silva, S., Sousa, J.P. & Freitas, H. (2007).** Effects of nickel hyperaccumulation in *Alyssum pintodasilvae* on model arthropods representatives of two trophic levels. *Plant Soil*, **293**, 177-188. DOI: [10.1007/s11104-006-9174-4](https://doi.org/10.1007/s11104-006-9174-4)
- Göhre, V. & Paszkowski, U. (2006).** Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. *Planta*, **223**, 1115-1122. DOI: [10.1007/s00425-006-0225-0](https://doi.org/10.1007/s00425-006-0225-0)
- Görür, G. (2010).** Zinc and cadmium accumulation in cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) host plants and developmental instability. *Insect Science*, **16**, 65-71. DOI: [10.1111/j.1744-7917.2009.00255.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2009.00255.x)
- Hejazizadeh, A., Gholamizadeh Ahangar, A. & Ghorbani, M. (2016).** Effect of biochip on lead and cadmium from applied paper factory sewage sludge by sunflower (*Heliantus annus* L.). *Water and Soil Science University of Tabriz*, **26**(1/2), 259-271.
- Heliövaara, K., Väisänen, R. & Kemppi, E. (1989).** Change of pupal size of *Panolis flammea* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Bupalus piniarius* (Geometridae) in response to concentration of industrial pollutants in their food plant. *Oecologia*, **79**, 179-183. DOI: [10.1007/BF00388475](https://doi.org/10.1007/BF00388475)
- Kaitaniemi, P. & Ruohomäki, K. (1999).** Effects of autumn temperature and oviposition date on timing of larval development and risk of parasitism in a spring folivore. *Oikos*, **84**, 435-442.
- Kara, Y. (2005).** Bioaccumulation of Cu, Zn and Ni from the wastewater by treated *Nasturtium officinale*. *International Journal of Environmental Science and Technology*, **2**, 63-67. DOI: [10.1007/BF03325859](https://doi.org/10.1007/BF03325859)
- Kazemi-Dinan, A., Thomaschky, S., Stein, R.J., Krämer, U. & Müller, C. (2014).** Zinc and cadmium hyperaccumulation act as deterrents towards specialist herbivores and impede the performance of a generalist herbivore. *New Phytologist*, **202**, 628-639. DOI: [10.1111/nph.12663](https://doi.org/10.1111/nph.12663)
- Oonincx, D.A.G.B., van Broekhoven, S., van Huis, A. & van Loon, J.J.A. (2015).** Feed conversion, survival and development and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *Plos One*, **10**(12), e0144601. DOI: [10.1371/journal.pone.0144601](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144601)
- Patel, R.T., Soulages, J.L., Hariharasundaram, B. & Arrese, E.L. (2005).** Activation of the lipid droplet controls the rate of lipolysis of triglycerides in the insect fat body. *The Journal of Biological Chemistry*, **280**, 22624-22631. DOI: [10.1074/jbc.M413128200](https://doi.org/10.1074/jbc.M413128200)
- Pedersen, H.C. & Saether, M. (1999).** Effects of cadmium on parental behaviour in free-living willow ptarmigan hens. *Ecotoxicology*, **8**, 1-7. DOI: [10.1023/A:1008836908985](https://doi.org/10.1023/A:1008836908985)
- Sánchez-Chardi, A., Ribeiro, C.A.O. & Nadal, J. (2009).** Metals in liver and kidneys and the effects of chronic exposure to pyrite mine pollution in the shrew *Crocidura russula* inhabiting the protected wetland of Donana. *Chemosphere*, **76**, 387-394. DOI: [10.1016/j.chemosphere.2009.03.036](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.03.036)
- Scheirs, J., Vandevyvere, I., Wollaert, K., Blust, R. & Bruyn, L.D. (2006).** Plant-mediated effects of heavy metal pollution on host choice of a grass miner. *Environmental Pollution*, **143**, 138-145. DOI: [10.1016/j.envpol.2005.11.001](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.11.001)
- Sharma, P., Mohan, L., Dua, K.K. & Srivastava, C.N. (2011).** Status of carbohydrate, protein and lipid profile in the mosquito larvae treated with certain phytoextracts. *Asian Pacific Journal of Tropical*

Medicine, **4**, 301-304. DOI: [10.1016/S1995-7645\(11\)60090-4](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60090-4)

- Simpson, S.J. & Raubenheimer, D. (2001).** The geometric analysis of nutrient allelochemical interactions: a case study using locusts. *Ecology*, **82**, 422-439. DOI: [10.2307/2679870](https://doi.org/10.2307/2679870)
- Tamás, M.J., Sharma, S.K., Ibstedt, S., Jacobson T. & Christen, P. (2014).** Heavy metals and metalloids as a cause for protein misfolding and aggregation. *Biomolecules*, **4**, 252-267. DOI: [10.3390/biom4010252](https://doi.org/10.3390/biom4010252)
- Vesk, P.A. & Reichman, S.M. (2009).** Hyperaccumulators and herbivores-a bayesian meta-analysis of feeding choice trials. *Journal of Chemical Ecology*, **35**, 289-296. DOI: [10.1007/s10886-009-9607-7](https://doi.org/10.1007/s10886-009-9607-7)
- Witeska, M., Sarnowski, P., Lugowska, K. & Kowal, E. (2014).** The effects of cadmium and copper on embryonic and larval development of *Leuciscus idus* L. *Fish Physiology and Biochemistry*, **40**, 151-163. DOI: [10.1007/s10695-013-9832-4](https://doi.org/10.1007/s10695-013-9832-4)
- Wu, G., Gao, X., Zhu, J., Hu, C. & Ye, G. (2014).** Copper resistance selection and activity changes of antioxidases in the flesh fly *Boettcherisca peregrina*. *Journal of Insect Science*, **14**(1), 1161. PMID: [PMC4222311](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24222311/)
- Yaldız, G. & Şekeroğlu, N. (2013).** Tıbbi ve aromatik bitkilerin bazı ağır metallere tepkisi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, **6**(1), 80-84.
- Yamamoto, R.T. (1969).** Mass rearing of tobacco hornworm. II. Larval rearing and pupation. *Journal of Economic Entomology*, **62**, 1427-1431. DOI: [10.1093/jee/62.6.1427](https://doi.org/10.1093/jee/62.6.1427)
- Zhang, L.W., Kang, K., Jiang, S.C., Zhang, Y.N., Wang, T.T., Zhang, J., Sun, L., Yang, Y.Q., Huang, C.C., Jiang, L.Y. & Ding, D.G. (2016).** Analysis of the antennal transcriptome and insights into olfactory genes in *Hyphantria cunea* (Drury). *Plos One*, **11**(10), e0164729. DOI: [10.1371/journal.pone.0164729](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164729)



Determining the Bacteriological Pollution Level of Gelevera Creek, Giresun [*]

Tamer AKKAN^{1*} Fatmagül ÇOLAKER²

¹Giresun University, Science and Art Faculty, Biology Department, Giresun, Turkey

²Giresun University, Natural Sciences Institutes, Biology Division, Giresun, Turkey

Geliş/Received: 31.10.2020

Kabul/Accepted: 03.12.2020

How to cite: Akkan, T. & Çolaker, F. (2020). Determining the Bacteriological Pollution Level of Gelevera Creek, Giresun. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 691-695.

Atıf yapmak için: Akkan, T. & Çolaker, F. (2020). Gelevera Deresi (Giresun)'nin Bakteriyojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. *J. Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 691-695.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9866-4475>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8335-6584>

***Corresponding author's:**

Tamer AKKAN

Giresun University, Science and Art Faculty,
Biology Department, Giresun, Turkey.

✉: biyoloji@yahoo.com

Mobile telephone: +90 (535) 381 52 10

Telephone : +90 (454) 310 14 00

Fax : +90 (454) 310 14 77

Abstract: The aim of this study is to investigate the bacteriological pollution level of Gelevera Creek (Giresun). For this purpose, a total of 48 water samples was collected from 4 different stations between April 2017-March 2018 and bacteriological parameters were analyzed using the standard methods. Bacteriologically, total count of bacteria at 37°C from water and sediment samples, and count of total coliform bacteria (TC), fecal coliform bacteria (FC), fecal streptococci (FS), *E. coli* from surface water samples were determined. The percentages for TC, FC and FS presence in surface water samples were 100%, 100%, 93.75% respectively. In addition, *E. coli* were determined in collected samples for almost all seasons. The levels of total coliform, fecal coliform and fecal streptococci exceeded the values recommended by World Health Organization (WHO) and values that are set according to Turkish standards. This issue is likely to cause serious and irreparable damage to the streamline. As a result, it was determined that surface water samples collected from Gelevera Creek are bacteriological polluted. Hence in this study, regular monitoring and assessment by using appropriate methods to reduce the bacterial load in the Gelevera Creek Basin are recommended.

Keywords: Gelevera creek, bacteriological pollution, water quality, *E. coli*.

Gelevera Deresi (Giresun)'nin Bakteriyojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi

Öz: Bu çalışmada Gelevera Deresi (Giresun)'nin bakteriyojik kirlilik düzeyinin belirlenmesini amaçlanmaktadır. Bu amaç için 4 farklı istasyondan toplam 48 su numunesi örneği Nisan 2017-Mart 2018 tarihleri arasında toplanmış ve bakteriyojik değişkenler standart metotlar kullanılarak analiz edilmiştir. Bakteriyojik olarak su ve sediment örneklerinden 37°C'deki toplam bakteri sayısı; yüzey suyu örneklerinden toplam koliform bakteri sayısı (TK), fekal koliform bakteri sayısı (FK), fekal streptokok bakteri sayısı (FS) ve *E. coli* sayısı belirlenmiştir. Yüzey suyu numunelerinde TK, FK ve FS bulunma yüzdeleri sırasıyla %100, %100, %93,75'tir. Ayrıca, hemen hemen her mevsim için, toplanan örneklerde *E. coli* tespit edilmiştir. Toplam koliform, fekal koliform ve fekal streptokok bakteri seviyeleri, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından önerilen değerleri ve Türk standartlarına göre belirlenen değerleri aşmaktadır. Bu durumun akarsu hattında ciddi ve onarılamaz hasara neden olması muhtemeldir. Sonuç olarak Gelevera Deresi yüzey suyu örneklerinin bakteriyojik açıdan kirliliği belirlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada Gelevera Deresi havzasındaki bakteriyel yükü azaltmak için uygun yöntemler kullanılarak düzenli izleme ve değerlendirme yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Gelevera deresi, bakteriyojik kirlilik, su kalitesi, *E. coli*.

[*] This study was produced from the MS.c. Thesis of Fatmagül ÇOLAKER.

INTRODUCTION

Epidemics necessitate the protection of usable water resources. Aquatic ecosystems are one of the most sensitive systems in terms of epidemics derived from bacteria and viruses that cause serious problems. Deterioration in bacteriological life in an aquatic environment adversely affects other living things that are highly organized and structured (Kalkan & Altuğ, 2020). Therefore, bacteriological studies that carried out in these areas which have limited use are of great importance. In Turkey, there are many studies carried out for water quality of aquatic resources (Verep et al., 2019; Uncumusaoğlu & Mutlu, 2017; Tokatlı et al., 2017; Mutlu et al., 2018; Uncumusaoğlu & Mutlu, 2019; Güher & Öterler, 2020; Gümüş & Akköz, 2020; Balcıoğlu, 2020). However, bacteriological studies are quite limited (Yalım et al., 2020; Altuğ et al., 2020; Akduman et al., 2020; Sönmez & Sivri, 2020). Therefore, regular monitoring programs should ensure continuity in such studies, and information from a common database should be shared instantly.

This study deals with the present situation of bacteriological water quality in Gelevera Creek flowing into the Black Sea. Further, the data obtained as a result of this study will provide basic information about future planning for this freshwater resource.

MATERIAL AND METHODS

Study Area and Sampling: Gelevera Creek is located in Espiye of the Giresun province in Turkey. Similarly, it is also called as Özlüce Creek. It begins from the Balaban Mountains (Gümüşhane) and it is fed by many water supplies, especially Karadona Creek, Karaovacık Creek and Çukur Creek. The stream is 80 km in length. It lies along a narrow valley and flows into the Black Sea from Espiye the east of Giresun.

The surface water samples and sediment samples were collected from four stations (Figure 1) between April 2017 and March 2018 on a monthly basis for bacteriological analysis.

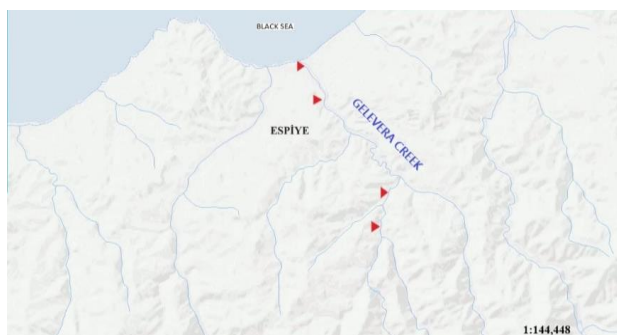


Figure 1. Study Area (Çolaker, 2019)

The surface water samples were then analyzed for total coliform (*TC*), fecal coliform (*FC*), fecal streptococcus (*FS*), and *E. coli*. The sediment samples were also analyzed for total count of aerobic bacteria and total count of mesophilic aerobic bacteria. The most-probable-number (*MPN*) method was used for the *TC*, *FC*, and *FS* count in order to determine the bacteriological quality. In addition, the standard plate count method was used in order to determine the bacteria count in both the sediment samples (homogenate rate 1:9) and water samples. Analyses were performed according to standard methodology (APHA, 1992).

RESULTS AND DISCUSSION

For surface water samples collected in summer, the count of *TC* bacteria was 240- >1100 *MPN*/100 mL, the count of *FC* bacteria was 240->240 *MPN*/100 mL, and the count of *FS* bacteria was 23-240 > *MPN*/100 mL. The count of *E. coli* was determined to be between 15 cfu/100 mL and 203 cfu/100 mL. Total viable bacteria count at 37°C ranged from 2.9x10³ to 5.5 x10⁵ cfu/mL (Table 1).

For surface water samples collected in fall, the count of *TC* bacteria was determined to be between 240->1100 *MPN*/100 mL, the count of *FC* bacteria was 19->240 *MPN*/100 mL, and the count of *FS* bacteria was 0-240 > *MPN*/100 mL. The count of *E. coli* varied between 0 cfu/100 mL and 125 cfu/100 mL. Total viable bacteria count at 37°C ranged from 8 x10² to 1.5 x10⁴ cfu/mL (Table 1).

For surface water samples collected in winter, the count of *TC* bacteria was determined to be between 23 - >1100 *MPN*/100 mL, the count of *FC* bacteria 9-240 *MPN*/100 mL, and the count of *FS* bacteria was between 23-240 > *MPN*/100 mL. The count of *E. coli* was between 0 - 20 cfu/100 mL. Total viable bacteria count at 37°C ranged from 1x10² to 1.3 x10³ cfu/mL (Table 1).

For surface water samples collected in spring, the bacterial counts in water samples were determined for *TC* to be 90-1100 *MPN*/100 mL, for *FC* to be 95->240 *MPN*/100 mL, for *FS* to be 0-240 *MPN*/100 mL, and for *E. coli* to be between 10 - 50 cfu/100 mL, respectively. Also, 37°C, total viable bacteria count ranged from 2.4 x10² to 6.6 x10³ cfu/mL (Table 1).

Total viable bacteria counts in sediment samples at 37°C were 32.5x10³ – 4.5x10⁵ cfu/100 mL in summer; 1.3x10⁴ - 59x10⁴ cfu/100 mL in fall, 9x10¹ – 2.3x10⁴ cfu/100 mL in winter, and 3.7x10⁴ – 59.8x10⁴ cfu/100 mL in spring.

Table 1. Results of bacteria counts in surface water samples.

	Station	Bacteria Count (MPN/100 mL)					Bacteria Count (MPN/100 mL)			
		TC	FC	EC	FS		TC	FC	EC	FS
June	1	240	240	15	240	December	93	9	0	23
	2	460	>240	17	240		240	19	6	23
	3	460	>240	37	>240		240	23	3	23
	4	>1100	>240	37	240		240	240	20	23
July	1	1100	240	103	23	January	23	9	0	240
	2	>1100	>240	23	23		240	23	0	>240
	3	1100	>240	37	23		240	23	0	23
	4	>1100	>240	135	23		>1100	240	20	240
August	1	>1100	>240	97	>240	February	23	9	0	23
	2	>1100	>240	173	>240		23	23	0	240
	3	>1100	>240	153	240		23	95	0	23
	4	>1100	>240	203	240		240	95	0	23
September	1	460	240	7	0	March	90	95	10	23
	2	460	>240	58	23		460	240	10	23
	3	460	>240	70	240		1100	>240	20	23
	4	>1100	>240	125	240		1100	>240	25	23
October	1	240	19	3	240	April	240	95	15	23
	2	1100	95	51	23		460	240	15	0
	3	460	240	20	>240		240	>240	25	95
	4	1100	>240	125	23		1100	>240	30	0
November	1	240	23	0	23	May	240	240	20	240
	2	460	95	75	23		460	>240	30	240
	3	460	240	10	23		460	>240	35	23
	4	460	>240	120	23		1100	>240	50	23

Eraslan Akkan et al. (2017) reported there was bacterial contamination at Harşit Stream and pointed out that bacteriological pollution had increased in summer and autumn, as well as that EC was detected at all sample stations. Aydın (2017) reported that percentages of TC, FC, EC and FS in the sixty surface water samples collected from Boğacık Creek were 98.33%, 91.67%, 83.33% and 96.67% respectively. In a similar study conducted in Yağlıdere Creek, the quality variables were detected as 45% for TC, as 71.66% for FC and 56.66% for FS (Akkan et al., 2019). In addition, the researchers pointed out that *E. coli* was present in the samples collected at any time of the year and the bacteriological flora was damaged. In this study, the percentages for TC, FC and FS presence in 48 surface water samples collected from Gelevera Creek were 100%, 100% and 93.75%, respectively. *E. coli* was detected at high rates for almost all seasons at most sampling stations.

The abnormal crossing of reference ranges of at least one station each month paints a bleak picture for Gelevera Creek which is used for a variety of purposes such as drinking and irrigation. In particular, the density in the fecal origin bacterial population is much higher than the reference ranges, thus inviting a waterborne disease outbreak. The values obtained from this study are extremely high according to EPA and WHO standards (Table 2).

It was determined that the changes in the count of bacteria collected from the surface water samples at 37°C were between 2.9×10^3 and 5.5×10^5 kob/mL in summer;

between 8×10^2 and 1.5×10^4 kob/mL in fall; between 1×10^2 and 1.3×10^3 kob/mL in winter; between 2.4×10^2 and 6.6×10^3 kob/mL in spring. The changes in the count of bacteria collected from the sediment samples were determined to be between 32.5×10^3 and 4.5×10^5 kob/mL in summer; between 1.3×10^4 and 59×10^4 kob/mL in fall; between 9×10^1 and 2.3×10^4 kob/mL in winter; between 3.7×10^4 and 59.8×10^4 in spring. When the stations were examined, it has been reported that the largest to smallest order seasonally for count of bacteria at 37°C was summer, spring, fall, winter.

Table 2. Bacteriological Water Quality Parameters (Akkan et al., 2019).

Parameters	RCWIHC, 2013	TS266	EPA, 2009	WHO, 2017
<i>E. coli</i>	0/250 mL	0/250 mL	0	0
FS	0/250 mL	0/250 mL	0	
TC	0/250 mL		0	0
FC			0	0
22 °C	20/mL*	100/mL*		
37 °C	5/mL*	20/mL*		

* max. value

According to findings of this study, it has been determined that pollution in surface water samples collected from Gelevera Creek was higher in sampling points corresponding to the district center and discharging area to the Black Sea. In addition, it has been observed that the stream load also carries additional pollutants to the area which coincides with the boundaries of Espiye district. When the results were analyzed, it was found that bacteriological pollution was higher in summer and spring than in fall and winter.

When the literature and the results of this study were compared, it has been consolidated that as in many studies conducted throughout the country and global, bacteriological pollution in which sewage and domestic solid waste play a major role increases in warm seasons. Similarly, it has been consolidated that with the comparison of the studies conducted in Giresun and this study, additional organic load is discharging to the ecosystem of the Black Sea, and that this carries a high risk for the ecosystem. As a common point of these studies; it also has been found that in settlement centers affect the bacteriological pollution in streamlines directly.

CONCLUSIONS

In conclusion, it was determined that Gelevera Creek was bacteriologically contaminated. Detection of this condition in almost every month of the year and in most stations is a serious danger. Major reasons of this pollution are determined to be domestic waste and the waste of animal slaughterhouses, both of which are uncontrolled. It has been observed that the stream bed is exposed to domestic waste excessively and some industrial waste. Further, it was noted that uncontrolled destruction for anthropogenic reasons was carried out along the streamline.

It can be observed that current human population per unit area should be considered as an effect when the count of bacteria in streamline's water and sediment flora is examined. This is also another indication that the organic load upon the stream is excessive. Therefore, an outbreak of infectious waterborne diseases will unfortunately be inevitable if necessary, precautions are not taken by the local authorities.

ACKNOWLEDGEMENTS

This master thesis study was presented as a partially, in 1st international technological sciences and design symposium (ITESDES, 2018), 27-29 June 2018, Giresun-Turkey by poster presentation.

REFERENCES

Akduman, S., Demirbağ, M. & Sivri, N. (2020). Türkiye'de bakteriyolojik su kalitesi konusunda yapılan bilimsel araştırmaların bibliyometrik analizi (1999-2019). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(3), 425-432.

Akkan, T., Mehel, S. & Mutlu, C. (2019). Determining the level of bacteriological pollution level in

Yağlıdere Stream, Giresun. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 5(2), 83-88.

Altuğ, G., Çardak, M., Çiftçi Türetken, P.S., Kalkan, S. & Gürün, S. (2020). Antibiotic and heavy metal resistant bacteria isolated from Aegean Sea water and sediment in Güllük Bay, Turkey. *Johnson Matthey Technology Review*, 64(4), 507-525.

APHA. (1992). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 18th ed. Washington: APHA 9 p.

Aydın, A. (2017). *Boğacık Deresi (Giresun)'nin bakteriyolojik yönden incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 37s.

Balcioglu, E. (2020). Determination and comparison of anionic surfactant and phosphate concentrations at the entrance and the exit of the Turkish Straits System (TSS). *Marine Pollution Bulletin*, 159, 111525.

Çolaker, F. (2019). *Gelevera Deresi (Giresun) Bakteriyolojik Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 50s.

EPA. (2009). United States Environmental Protection Agency. *2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables*. March 2018.

Eraslan-Akkan, B. (2017). *Harşit Çayı (Giresun)'nın Su Kalitesi ve Su Kirliliği Seviyesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 107s.

Güher, H. & Öterler, B. (2020). Seasonal change of physicochemical properties of Kayalıköy Reservoir (Kıklareli/Turkey) and determination of water quality. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 6(2), 127-143.

Gümüş, N. & Akköz, C. (2020). Eber Gölü (Afyonkarahisar) su kalitesinin araştırılması. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 6(2), 153-163.

Kalkan, S. & Altuğ, G. (2020). The composition of cultivable bacteria, bacterial pollution, and environmental variables of the coastal areas: an example from the Southeastern Black Sea, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(6), 356.

Mutlu, C., Eraslan Akkan, B. & Verep, B. (2018). The heavy metal assessment of Harsit Stream (Giresun, Turkey) using multivariate statistical techniques. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 12B, 9851-9858.

RCWIHC. (2013). *Regulation concerning water intended for human consumption*. Ankara, Turkey: The Turkish Official Gazette. Report No.: 28580.

- Sönmez, V. & Sivri, N. (2020).** The toxic effects of commonly used antibiotics in turkey on aquatic organisms. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(2), 154-160.
- Tokatlı, C., Başatlı, Y. & Elipek, B. (2017).** Water quality assessment of dam lakes located in Edirne province (Turkey). *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 35(4), 743-750.
- TS266. (2005).** *Water intended for human consumption*. Ankara, Turkey: Turkish Standards Institute (TSE). Report No: 13.060.20.
- Uncumusaoğlu, A.A. & Mutlu, E. (2017).** Determination of water quality and usability level of Eğlence Pond (Boyabat, Sinop). *Alinteri Journal of Agricultural Sciences*, 32(2), 25-37.
- Uncumusaoğlu, A.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.
- Verep, B., Taşpınar Ölmez, B. & Mutlu, C. (2019).** Investigation of bacteriological and detergent-based pollution in the Salarha Basin Rivers. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 565-574.
- WHO. (2017).** *Guidelines for Drinking-Water Quality*, Fourth Edition. World Health Organization, NLM classification: WA 675, ISBN 978-92-4-154995-0.
- Yalım, F., Emre, N., Gülle, İ., Emre, Y., Pak, F., Aktaş, Ö., Uysal, R. & Veske, E. (2020).** Karacaören I Baraj Gölü (Burdur) mikrobiyolojik kirlilik düzeyinin mevsimsel değişimi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 6(2), 120-126.



Samsun İli ve Çevresindeki Köpeklerde Lyme Hastalığının Serolojik Olarak Araştırılması ^[*]

Kübra ÇAKIR^{1*} Didem PEKMEZCİ²

¹Masal Veteriner Kliniği, Yahyakaptan, Kocaeli, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, 55200, Kurupelit, Samsun, Türkiye

Geliş/Received: 12.10.2020

Kabul/Accepted: 15.12.2020

Atıf yapmak için: Çakır, K. & Pekmezci, D. (2020). Samsun ili ve çevresindeki köpeklerde Lyme hastalığının serolojik olarak araştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 696-703.

How to cite: Çakır, K. & Pekmezci, D. (2020). Serological investigation of Lyme disease in dogs in Samsun and vicinity. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 696-703.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7488-1400>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2072-8165>

***Sorumlu yazarın:**

Kübra ÇAKIR
Masal Veteriner Kliniği, Yahyakaptan,
Kocaeli, Türkiye
✉: k_yarimbasm@hotmail.com
Cep telefonu : +90 (541) 279 61 41

Öz: Bu çalışma ile Samsun ili ve çevresindeki köpeklerde Lyme Hastalığının (LH) serolojik olarak araştırılması amaçlanmıştır. Veteriner Fakültesi Eğitim Uygulama ve Araştırma Hastanesine getirilen değişik ırk, cinsiyet ve yaşlardaki 153 adet köpek çalışma materyalini oluşturmuştur. Köpeklerden elde edilen serumlar Anti-Borrelia ELISA Köpek IgG kitleri ile çalışılmıştır. Sonrasında pozitif sonuçlar Anti-Borrelia Köpek IgG kitleri ile Western Blot (WB) yöntemi kullanılarak doğrulanmıştır. Bununla birlikte 91 köpeğe ait tam kan örneği çalışılmıştır. Bu çalışmaya dahil edilen tüm köpeklerin ırk, cinsiyet ve yaş faktörlerinin seropozitiflik durumları arasındaki ilişki ile seropozitif ve negatif köpeklerin tam kan sayımı değerlerinin gruplar arası farklılıkları da incelenmiştir. Yüz elli üç köpeğin ELISA ile LH değerlendirilmesinde 10 tanesinin doğal pozitif olduğu tespit edilmiştir. Cinsiyet ve yaş faktörlerinin seropozitiflik ile arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu ($p>0,05$) tespit edilirken, seropozitif ve seronegatif grupların ortalama tam kan parametreleri bakımından karşılaştırılmalarında ise fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Sonuç olarak Samsun ili ve çevresindeki köpeklerde LH seroprevalansı %6,5 olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: *Borrelia burgdorferi*, köpek, Lyme hastalığı, Samsun, seroprevalans.

Serological Investigation of Lyme Disease in Dogs in Samsun and Vicinity

Abstract: The aim of the present study was to determine the seroprevalence of Lyme Disease (LD) in dogs from Samsun and vicinity. A hundred and three dogs from Samsun and vicinity, with different age, breed and gender which brought to the Veterinary Teaching and Animal Hospital were enrolled in the study. Collected sera were analyzed with Anti-Borrelia ELISA Dog IgG kits. Afterwards, positive samples were confirmed with WB technique using Anti-Borrelia Dog IgG test kits. Moreover, 91 samples were analyzed for whole blood count. Effects of breed, gender, age of the seropositive dogs. with differences between two seropositive and negative groups for the whole blood count were analyzed. Ten out of 153 dogs were detected as natural positive for LD with using ELISA. Relations of age and gender for seropositivity remains insignificant ($p>0.05$). On the other hand, no statistical difference ($p>0.05$) were found for comparing the mean whole blood count in seropositive and negative groups. Consequently, seroprevalence of the LD in dogs in Samsun and vicinity was detected as 6.5%.

Keywords: *Borrelia burgdorferi*, dog, Lyme disease, Samsun, seroprevalence.

[*] Bu çalışma, Kübra Çakır'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This study was produced from the master thesis prepared by Kübra Çakır.

GİRİŞ

Kene vektör kaynaklı hastalıklar son yıllarda giderek artan bir şekilde ilgi odağı haline gelmiş bulunmaktadır. İklim değişikliği ve (vahşi) rezervuar bolluğunun artması, habitat yapısının değişmesi, sosyo-politik değişimler ve özellikle köpekler için artan seyahat ve köpek ithalatının refah nedenleriyle artması gibi biyotik faktörler, bu bağlamda daha önce etkilenmemiş bölgelerdeki vektörler ve patojenlerin genişlemesinin olası faktörleri olarak değerlendirilmektedirler (İnci vd., 2013; Pantchev vd., 2015). Bazı kene vektör kaynaklı hastalıklar zoonotiktir ve bu nedenle insan nüfusu için ciddi bir riski temsil edebilmektedir. Özellikle Türkiye'nin birçok yerinde kene mevsimleri boyunca bu hastalıklar halk sağlığı ve hayvancılık açısından tehlike arz etmektedir (İnci vd., 2007). Lyme hastalığı ya da Borrelia; kuzey yarım küredeki insan, köpek ve atların yaygın ve zoonotik kene kaynaklı bakteriyel bir enfeksiyondur (Kurtenbach, 2006). Lyme hastalığına, *B. burgdorferi sensu lato* kompleksi içeren spiroketler kaynak oluşturmaktadır. Klinik belirtilerin belirgin olmamasından dolayı teşhis LH'da zor olabilmektedir (Butler vd., 2005). Hastalığın köpeklerde akut ya da kronik olarak seyrettiği, akut formunda ise güçsüzlük, ateş, iştahsızlık, lenfadenopati, ağrı ve/veya topallık gibi klinik bulguların ortaya çıkabileceği bununla birlikte akut vakalarda eklem şişkinlikleri ile her zaman karşılaşamayacağı da bildirilmektedir (Greene, 1991). Türkiye'de *B. burgdorferi*, 1998 yılında Karadeniz Bölgesi'ndeki sığırlardan toplanan *Ixodes ricinus* kenelerinden izole edilmiş (Polat vd., 1998) ve *Borrelia* spiroketleri beslenmemiş bir kene nimfinde bulunmuştur (Çalışır vd., 2000). Gülanber vd., (2007) yılında bir köpekte ilk klinik Lyme olgusunu tespit etmişlerdir. Türkiye'deki köpeklerde ve atlarda anti-*B. burgdorferi* antikorları da tespit edilmiştir (Bhide vd., 2008). Borrelia epidemiyolojisi üzerine ülkemizde oldukça az çalışma yapılmıştır (Esendal vd., 1996; Satır, 2006; Bhide vd., 2008; Uslu, 2008; İçen vd., 2011; Güneş vd., 2011; Sarı vd., 2013; Vurucu, 2016). Bununla birlikte, henüz Samsun ve çevresindeki köpeklerde *B. burgdorferi* ile ilgili serolojik bir çalışma yapılmamıştır. Sunulan çalışma ile köpeklerde LH'nın Samsun ili ve çevresindeki sağlıklı ve hastalıklardan şüpheli köpeklerde *B. burgdorferi sensu lato*'ya karşı oluşan antikor yanıtı ve hastalığın yerleşim yerleri, cinsiyet, yaş grupları ile irksal yatkınlığı araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Hayvan Materyali: Hayvan materyalini Nisan 2017 ile Haziran 2018 tarihleri arasında "Veteriner Fakültesi Eğitim Uygulama ve Araştırma Hastanesine" tedavi veya kontrol amacıyla getirilen sahipli, çeşitli ırk ve yaşlarda, dişi

ve erkek toplam 153 adet köpek oluşturmuştur. Hasta sahiplerinin "Sahipli Hayvan Araştırma Protokolü"nü imzalamalarının ardından köpeklerin ırk, yaş ve cinsiyetleri hazırlanmış muayene formlarına not edilmiş sonrasında fiziksel muayeneleri gerçekleştirilmiştir. Fiziki muayenelerde ateş, topallık, eklemelerde şişkinlik, iştahsızlık, kilo kaybı ve lenfadenopati bulguları ile hayvanların üzerinde kene olup olmadığı varsa kene sayısı ve son bir ayda herhangi bir ektoparaziter ilaç kullanılıp kullanılmadığı da kayıt altına alınmıştır. Tüm fiziksel muayenelerin ardından rutin laboratuvar muayene amacı ile *vena cephalica antebrachii*'den 2 ml EDTA'lı tüplere, 5 ml düz tüplere kan alınmıştır. Hastaların semptomları doğrultusunda sadece total kan sayımı yapılması gerekli olan hastaların tam kan sayımları gerçekleştirilerek sonuçları kayıt altına alınmıştır. Çalışmamız yerel hayvan etik kurulunca onaylanmıştır (2016/64).

Çalışma Materyali: Doksan bir adet köpeğe ait tam kan örneği BC-5000 Vet Auto Hematoloji cihazıyla çalışılmış ve sonuçları (WBC, LYM, MONO, EOS, BAS NEU, LY%, MONO%, EOS%, BAS% NEU%, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, RDW-CV, RDW-SD, PLT, PCT, MPV, PDW) kayıt edilmiştir. *Borrelia burgdorferi* enfeksiyonun serolojik tanısı amacıyla düz tüplere alınan örnekler 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilerek serumları 2 farklı ependorf tüpüne aktararak çalışılana kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Anti-Borrelia IgG ELISA ve Western Blot Yöntemi: Serum örnekleri öncelikle LH'na karşı oluşan IgG antikor cevabını belirlemek amacı ile EUROIMMUN® Anti-Borrelia ELISA Köpek IgG (Lübeck, Germany) kitleri ile çalışılmıştır. ELISA kitinde örneklerin uygulandığı test plakaları *B. burgdorferi s.s.*, *B. afzelii* ve *B. garinii*'ye ait bakteri ekstraktları ile kaplı olup, test üretici firmanın direktiflerine uygun olarak yürütülmüştür. Sonuçlar 450 nm'de ELISA okuyucuda okutulmuş, elde edilen okuma değerleri prospektüste belirtilen yöntemle göre hesaplanmıştır. ELISA'da pozitif bulunan serum örnekleri *B. burgdorferi s.s.*'ya ait saf antijenlere dayalı bir WB testi olan, EUROIMMUN® Anti-Borrelia EUROLINE Köpek IgG (Lübeck, Germany) kitleri ile üretici firmanın direktiflerine göre gerçekleştirilmiştir. Western Blot testi *B. burgdorferi s.s.*'ya ait saf antijenlere dayalı ve spesifikliği yüksek bir testtir. Bu testte uygulanan köpek kan serumu örnekleri, tampon çözeltide hazırlanarak olan 1:51 dilasyonda saf, immunodominant antijenlerin bulunduğu membranların üzerine ilave edilmiş ve inkübe edilmiştir. Her aşama arasında membranlar test prosedürüne uygun olarak yıkanmıştır. Sonraki aşamalarda enzim işaretli sekonder antikor (konjugat) ilave edilip oda ısısında inkübasyona bırakılmıştır. Son aşamada ise o konjugata özgül substrat

membranların üzerine eklenmiş ve yine oda ısısında inkübasyona bırakılmıştır. Sonuçlar üretici firmanın test kontrol kâğıtlarının üzerinde görsel olarak değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz: Köpeklerde *B. burgdorferi* enfeksiyonun seroprevalansı % olarak değerlendirilmiş olup, ırk, cinsiyet, yaş faktörlerinin seropozitif görülme oranlarına etkisinin karşılaştırmalarında Ki-kare testi kullanılmıştır. Yine pozitif köpeklerin hemogram değerlerinin negatif köpeklerin değerleri arasındaki karşılaştırmada student t testi kullanılmıştır. Tüm analiz ve hesaplamalarda SAS (2013) programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Anti-Borrelia IgG ELISA ve Western Blot

Sonuçları: EUROIMMUN® Anti-Borrelia EUROLINE Köpek IgG (Lübeck, Germany) kitleri ile pozitif bulunan 10 adet köpeğin serum örneklerinin çalışıldığı WB testinde görsel değerlendirme yapılmış olup, herbir örneğin verdiği bant sayısı ve spesifik antijen değerlendirmesinde ise aşağıda belirtilen sistematik kullanılmıştır. Testte ise VIsE, P100, P39, OspA (p31), OspC (P25), p21, p18 bantları yer almaktadır.

- Sadece VIsE pozitiflik verenler Pozitif-Enfeksiyon (P-E),

- VIsE ve OspA negatif olup, farklı iki bant pozitif verenler Pozitif-Kontakt (P-K),
- VIsE negatif, OspA veya farklı bantlardan pozitiflik veren Pozitif-Kontakt veya İmmunize (P-K/İ),
- Sadece OspA pozitiflik verenler Pozitif- İmmunize (P-İ),
 - Bir (VIsE ve OspA haricindeki) bant pozitif Sınırdaki Pozitif (S-P),
 - İki veya daha fazla bant verenler Sınırdaki Pozitif (S-P),
 - Hiç bant vermeyenler ya da zayıf verenler ise Negatif olarak değerlendirilmiştir (N).

Bu bağlamda değerlendirilmeye alınan 10 adet serum örneğinden 1 tanesi P-K, 5 tanesinin P-K/İ, 4 tanesinin ise S-P olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaya alınan hiçbir köpeğin LH karşı aşılama geçmişi olmadığından P-K/İ grubu P-K olarak değerlendirilmiştir. Bu anlamda serolojik olarak pozitif bulunan tüm örnekler WB yöntemi ile doğrulanmıştır.

Yüz kırk üç köpek ise sero-negatif olarak değerlendirilmiştir. Bu bulgular eşliğinde Samsun ili ve çevresindeki köpeklerde LH seroprevalansı %6,5 olarak tespit edilmiştir. Pozitif köpeklerin ırk, cinsiyet, yaş grupları, şikâyetleri ve hangi şehirden getirildiklerine ait veriler Tablo 1’te sunulmuştur.

Tablo 1. Lyme Seropozitif köpeklerin ırk, cinsiyet, yaş grupları, şikâyetleri ve hangi şehirden getirildiklerine ait veriler.

Table 1. Data of the Lyme Seropositive dogs breed, sex, age groups, diagnosis, and the city where the dogs brought from.

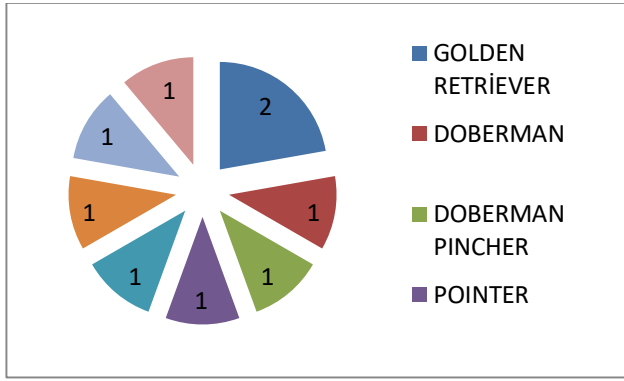
Vaka Numarası	İrk	Cinsiyet	Yaş	Teşhis	Getirildiği Şehir
1	Golden Retriever	Dişi	8	Myestenia gravis	Samsun/Merkez
2	Rottweiler	E	5	Belirtilmemiş	Samsun/Merkez
3	Napoliten Mastif	E	5 ay	Topallık	Samsun/Tekkeköy
4	Akbaş	E	6 ay	Gastritis	Giresun/Bulancağ
5	Pointer	E	8	Cologoma	Samsun/Çarşamba
6	Kangal	E	1	Kuyruk travması	Samsun/Bafra
7	Kings Charles Cavalier	D	2	Pire, Kene enfestasyonu	Samsun/Merkez
8	Doberman Pinscher	D	10	Pyometra	Samsun/Merkez
9	Golden Retriever	D	11	Atopik Dermatit	Samsun/Merkez
10	Doberman	D	1,5	Demodikozis	Samsun/Merkez

Çalışmayı oluşturan 10 adet Lyme seropozitif köpeğin ırk dağılımları Şekil 1’de sunulmuştur. Yine 10 adet Lyme seropozitif köpeğin 5’ini dişi, 5’ini ise erkek köpek oluşturmuştur. Lyme seropozitif köpeklerin yaşlara göre dağılımları ise Şekil 2’de sunulduğu gibidir. Lyme seropozitif köpeklerin getirildikleri şehirlerin dağılım grafiği ise Şekil 3’teki gibidir.

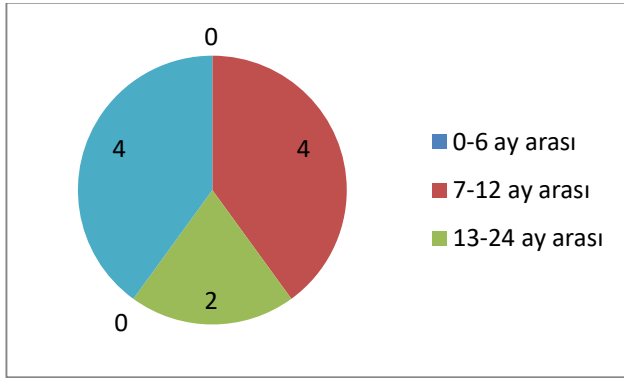
Çalışmamızdaki pozitif köpeklerin hiçbirinde klinik enfeksiyon tablosu görülmemekle beraber sadece bir tanesinde topallık bulgusu tespit edilmiştir. Bununla beraber bu hastada Lyme artropatisine ait herhangi bir bulgu tespit edilememiştir. Araştırmaya alınan köpeklerin seropozitif ve seronegatif durumlarına göre ırk değişkeni üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Ancak, araştırmaya dâhil edilen

köpeklerin seropozitif ve seronegatif durumlarına göre cinsiyet değişkeni üzerinde etkisi istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir ($p > 0,05$). Benzer şekilde çalışmaya dâhil edilen köpeklerin yaş ortalamasının seropozitif ve seronegatiflik üzerine etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği ortaya konulmuştur ($p > 0,05$).

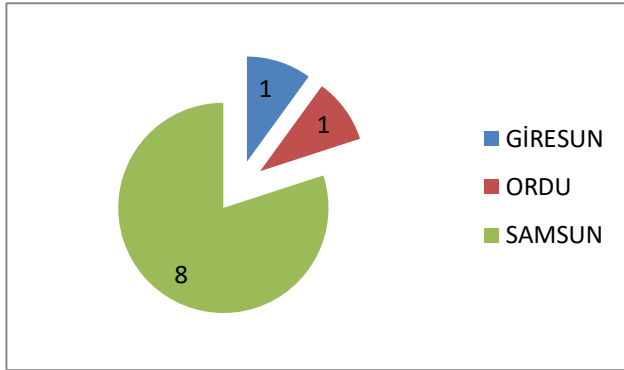
Çalışma Materyalini Oluşturan Köpeklerin Hemogram Bulguları: Yüz elli üç adet köpektan geliş nedenlerine göre sadece gerekli görülen 7 adet Lyme seropozitif köpektan ve 84 adet seronegatif köpekte tam kan sayımı sonuçları çalışılmış olup, seropozitif köpeklerin hemogram parametrelerinin seronegatif olanlara göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği ($p > 0,05$) tespit edilmiştir.



Şekil 1. Lyme seropozitif köpeklerin ırklara göre dağılım grafiği.
Figure 1. Scatter plot of breeds of the Lyme seropositive dogs.



Şekil 2. Lyme seropozitif köpeklerin yaşlara göre dağılım grafiği.
Figure 2. Scatter plot of ages of the Lyme seropositive dogs.



Şekil 3. Lyme seropozitif köpeklerin getirildikleri şehirlere göre dağılım grafiği.
Figure 3. Scatter plot of the cities where the Lyme seropositive dogs brought from.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde köpeklerde LH varlığı üzerine yapılmış çalışmalar oldukça kısıtlıdır (Esendal vd., 1996; Satır, 2006; Bhide vd., 2008; Uslu, 2008; İçen vd., 2011; Güneş vd., 2011; Sarı vd., 2013; Vurucu, 2016). İlk kez Ankara ili çevresinde IFAT yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada LH seroprevalansı %78,4 olarak tespit edilmiştir (Esendal vd., 1996). Bununla birlikte LH'nin moleküler varlığını İstanbul ilinde araştıran bir diğer araştırmacı 96 köpeğin hiçbirinde pozitiflik tespit edememiştir (Satır, 2006). Öte yandan, Bhide vd. (2008)

400 köpekte Enzime bağlı protein A/G testi (ELPAGA) kullanılarak yaptıkları çalışmalarında 93 (%23,2) köpekte seropozitif olduğunu belirlemişlerdir. Aydın ilinde toplam 140 köpeğin 49 (%35,0)'unda ELISA yöntemi ile *B. burgdorferi* IgG antikorları tespit etmiştir (Uslu, 2008). İçen vd. (2011) Diyarbakır'da 82 adet köpekte Snap 3dx® kiti kullanmışlar ancak hiçbir örnekte *B. burgdorferi* antikoruna rastlamamışlardır. İzmir ve çevresinden toplanan 92 adet serum örneğinde anti-*Borrelia* IgG antikorlarının belirlenmesi amacıyla yine ELISA yöntemini kullanılarak yapılan araştırmada köpeklerden sadece 5 tanesinde (%5,4) IgG pozitiflik bulunmuştur (Vurucu, 2016). Sinop'ta 93 sağlıklı köpekten toplanan kan örneklerinin 26 (%28)'sında *B. burgdorferi sensu lato*'ya karşı IgG antikorları tespit edilmiştir Güneş vd. (2011). Buna rağmen Sarı vd. (2013) yayınlamış oldukları çalışmada Iğdır ilinde sahipli 100 köpekten elde edilen serumlarda Snap 3dx® kiti kullanmışlar ancak hiçbir örnekte *B. burgdorferi* antikoruna rastlamamışlardır. Öte yandan, Samsun ili ve çevresinde ise Genç (2017) tarafından sığırlardan toplanan *I. ricinus* türü kenelerde *Borrelia* prevalansı flaB geni ile moleküler düzeyde çalışılmış ve %17,24 oranında pozitiflik bulunmuştur. Samsun ili ve çevresinden Veteriner Fakültesi Eğitim Uygulama ve Araştırma Hastanesine çeşitli şikâyetler ile getirilen sahipli 153 adet köpeğin ELISA ile anti *B. burgdorferii* antikor seroprevalansı %6,5 (10/153) olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda ayrıca sonuçlarımız WB tekniği ile doğrulanmış olup aşı kaynaklı pozitiflik varlığı araştırılmıştır. Böylelikle bölgemiz sınırları içerisinde seropozitiflik açısından gerçek bir değere ulaşılmıştır. Mevcut çalışmamız ülkemiz sınırları içerisinde bu anlamda köpeklerdeki LH gerçek seroprevalansın değerlendirilmesindeki katkısından dolayı oldukça önemlidir. Çalışmamız sonucu ülkemizde köpeklerde gerçekleştirilmiş olan diğer seroprevalans çalışmaları ile kıyaslandığında Esendal vd. (1996) (%78), Uslu (2008) (%35), Güneş vd. (2011) (%28), Bhide vd. (2008) (%23,2)'den oldukça düşük bulunmuştur. Diğer taraftan sonuçlarımız yine Türkiye'deki köpeklerde Lyme seroprevalansını inceleyen çalışmalardan İçen vd. (2011) (%0), Sarı vd. (2013) (%0), Vurucu (2016) (%5,4)'ten ise yüksek bulunmuştur.

Mevcut çalışmamız sonucunun diğer çalışmalara kıyasla oldukça düşük bulunmasının en önemli sebebinin çalışmaya dâhil edilen tüm köpeklerimizin sahipli olmaları ve düzenli antiparaziter tedavi öykülerinin bulunmasına bağlamaktayız. Zira aynı ilde yapılmış köpek Lyme seroprevalansı çalışmalarında Vurucu (2016) seropozitiflik oranını (%5,4), Uslu (2008) (%35)'ya kıyasla oldukça düşük bulmuştur. Bu oran farkının en önemli nedeni Vurucu (2016)'nın çalışma köpeklerinin sahipli olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Benzer

durum çalışmamız için de geçerlidir. Ülkemiz sınırları içerisinde yapılan seroprevalans çalışmalarında köpeklerde *B. burgdorferii* pozitiflik oranının sokak köpeklerinde oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Aynı şekilde Sinop ilinde Güneş vd. (2011) sahihsiz sokak köpeklerinde gerçekleştirmiş oldukları Lyme seroprevalansını (%28) oldukça yüksek bulmuşlardır. Ülkemiz dışındaki köpeklerde anti *B. burgdorferii* antikor tespiti çalışmaları arasında Romanya'da 2011 yılında yapılan bir çalışmada *B. burgdorferii* seroprevalansının %6,52 olduğu tespit edilmiştir (Kiss vd., 2011). Bu oran mevcut çalışmamızla (%6,5) oldukça benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde sonuçlarımız İspanya'nın Kuzeybatı bölgesinde (%6,9) (Amusatogui vd., 2008) yapılan çalışma sonucu ile de örtüşmektedir. Öte yandan, çalışmamız sonuçlarına göre elde ettiğimiz seroprevalans (%6,5) oranın daha önceki ELISA, IFAT ya da indirekt hemagglütinasyon metotları ile ölçülen çalışmalara göre Çekya (%53,7) (Sykora vd., 1990), Slovakya (%45,3) (Stefancikova vd., 1998), Hırvatistan (%40) (Poljak vd., 2000), Almanya (%35,5) (Weber vd., 1991), Bulgaristan (%22,6) (Zarkov & Marinov, 2003), İspanya'nın Kuzey batı bölgesinde (%21) (Delgado & Carmenes, 1995), Hollanda (%17) (Goossens vd., 2001), oldukça düşük bulunmuştur. Diğer taraftan Samsun ili ve çevresindeki köpeklerde ELISA ve WB yöntemi ile tespit ettiğimiz Lyme seroprevalans oranımız (%6,5), Bolivya (%0) (Ciceroni vd., 1997), İtalya (%0) (Mannelli vd., 1999), İsviçre (%3,9)'deki (Egenvall vd., 2000) çalışmalardan yüksek bulunmuştur. Daha güncel olarak Avrupa'da yapılan seroprevalans çalışmalarında ise aynı ülkelerde farklı sonuçları göstermektedir. Bu bağlamda, Ebani vd. (2014) İtalya'nın kırsal bölge (n=730) ve şehir merkezinden (n=1235) elde edilen toplamda 1965 köpek kan serumunu IFAT yöntemiyle test etmiş ve *B. burgdorferii* seroprevalansını %1,32 olarak bulmuştur. Mircean vd. (2012) tarafından Romanya'nın çeşitli bölgelerinden toplanan 1146 köpek serum numunesi SNAP 4Dx testi kullanılarak yapılan çalışmada ise sadece 6'sı (%0,5) seropozitif olarak bulunmuştur. Güncel çalışmaların sonuçlarının daha eski çalışmalara oranla oldukça düşük olduğunu görmekteyiz. Benzer sonuçlar ülkemizde yapılan çalışmalarda da görülmekle beraber bu sonuçlara gün geçtikçe köpek besleyen hasta sahiplerinin parazitler ile mücadelede bilinçlendikleri ve köpeklerine düzenli antiparaziter tedavi uygulamaları neticesinde ulaşıldığı söylenebilir. Köpeklerde LH oluşumunda yaş, cinsiyet ve kene ile temas gibi unsurların önem arz ettiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Stefancikova vd., 1996; Rondeau vd., 2005). Mevcut çalışmamızda seropozitif köpeklerin yaş ortalaması 58,86 ay, seronegatif köpeklerde ise yaş ortalaması 44,93 ay olup yaş ve seroprevalans arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Köpeklerde LH seropozitifliğini değerlendiren

çalışmalarda pozitif görülme oranının genç köpeklerde yüksek olduğu saptanmıştır (Appel vd., 1993; Straubinger vd., 1998). Öte yandan farklı çalışmalarda ise 2 yaş üzerindeki köpeklerde LH'nın görülme olasılığının arttığı bildirilmiştir (Lindenmayer vd., 1991; Rondeau vd., 2005).

Ülkemiz sınırları içerisinde ELPEGA yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada asemptomatik sağlıklı ve hastalıklı köpeklerde LH'nın en yüksek görülme oranlarının sırası ile %30, %45,8 ile 7 ila 12 ay arasındaki köpeklerde tespit edilmiş ancak çalışma sonuçlarının istatistiksel olarak incelendiğinde yaş ve seroprevalans arasındaki ilişkinin önemsiz olduğunu bildirilmiştir (Bhide vd., 2008). Yine Aydın ilimizde Uslu (2008) tarafından LH'nın ELISA yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada, araştırmacı en yüksek pozitiflik oranının (%59,2) 2 yaş ve üzeri köpeklerde görüldüğünü ancak, yaş ile seroprevalans arasındaki ilişkinin önemsiz olduğunu tespit etmiştir. Mevcut çalışmamızda yaş ile seroprevalans arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu ($p>0,05$) sonucumuz Bhide vd. (2008) ile Uslu (2008) sonuçları ile de örtüşmektedir.

Köpeklerde *B. burgdorferii* seropozitifliği ile cinsiyet ve yaş arasındaki ilişkilerin ele alındığı birçok çalışma bu iki faktör ile seropozitiflik arasında bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur (Stefancikova' vd., 2008; Couto vd., 2010). Mevcut çalışmamızda ise çalışmaya dâhil edilen toplam 153 köpeğin 65'ini dişi (%42), 88 adetini ise erkek (%57,5) köpek oluşturmuştur. Çalışmamız köpeklerinden ise seropozitif dişi ve erkek köpek yüzdeleri ise sırası ile %7,6 ve %5,68 oranında bulunmuş olup pozitiflik ile cinsiyet ilişkisi arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Sonuçlarımız köpeklerde cinsiyet ve seropozitiflik arasında bir ilişki olmadığını ortaya koyan diğer çalışmalar ile benzerlik göstermiştir (Bhide vd., 2008; Uslu, 2008; Stefancikova' vd., 2008; Couto vd., 2010; Ebani vd., 2014; Dziegiel vd., 2015).

Lyme hastalığını araştıran seroprevalans çalışmalarında ırk yatkınlığına ait bulgular net olarak ortaya konulamamasına rağmen, melez köpeklerde seropozitiflik oranının daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak, bu çalışmaların çoğunluğunda seropozitifliği oluşturan bu melez köpeklerin sokak köpekleri ya da bakım evlerinde yaşayan köpekler olduğunu görmekteyiz. Öte yandan Dziegiel vd. (2015)'te köpeklerde LH'nın seroprevalansın araştırdıkları çalışmada 280 adet özel ırk köpeğin %26,4'ünde seropozitiflik saptarken, 120 melez köpeğin sadece %4,3'ünde seropozitiflik bulmuşlardır. Araştırmacılar aynı çalışmalarında Alman Çoban Köpeği ve av köpeklerinin daha fazla kene ile temasta olmalarından dolayı bu ırklarda seropozitifliğin fazla görülebileceğini savunmuşlardır (Dziegiel vd., 2015). Mevcut çalışmamızda ise sadece bir av köpeği olan Pointer

ırkı köpek seropozitif olarak bulunmakla beraber istatistiksel karşılaştırmada ırk farklılıklarının seropozitifliği üzerine bir etkisinin olabileceği ortaya konulmuştur. Ancak, hangi ırkta yatkınlık olabileceğine dair veriler seropozitif köpek sayımızın az olmasından ötürü gerçekleştirilememiştir.

Çalışmamızda 84'ü seronegatif, 7'si seropozitif olmak üzere toplamda 91 köpeğin tam kan sayımı değerleri incelenmiştir. Tam kan sayımını oluşturan tüm parametrelerin ise grup ortalamalarının karşılaştırılmalarında ise istatistiksel bir farklılık bulunamamıştır ($p>0,05$). Bu sonucun en önemli nedeninin seropozitif köpeklerimizden hiçbirinin hastalığa ait klinik bulgu göstermemiş olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, ülkemiz Samsun ili ve çevresinden çeşitli ırk, cinsiyet ve yaşlardaki sahipli toplam 153 köpeğin ELISA yöntemi ile anti *B. burgdorferi* IgG antikor seviyelerine bakılmış ve bu köpeklerden 10 (%6,5)'unun seropozitif olduğu tespit edilmiş, pozitiflik durumları WB yöntemi ile doğrulanmıştır. Pozitif köpeklerin hiçbirinde aşı kaynaklı antikor bulunmamış olup tüm pozitif köpeklerin LH yönünden doğal enfekte oldukları tespit edilmiştir. Bulduğumuz bu oranın diğer çalışmalara oranla düşük olması, bölgemizdeki hasta sahiplerinin antiparaziter tedavi uygulamalarında bilinçli olduğu sonucunu doğurmaktadır. Bu durum bölgemiz için sevindirici olmakla beraber, LH sadece köpeklerden insanlara geçen bir hastalık olmadığını dolayısı ile de etkene vektörlük eden diğer hayvan türlerinin de araştırılması gerektiğini düşünmekteyiz. Zira bölgemiz ve çevresi ılıman ve subtropik bir bölge olmasından ötürü göçmen kuşlar ile LH'ni taşıyan *Ixodes* spp. keneleri barındırması yönünden riskli bir bölgedir. Gelecekte köpeklerde LH seroprevalansının belirlenmesi planlanan çalışmalarda seropozitifliği mutlaka WB yöntemi ile doğrulamak gerekmektedir zira aşı kaynaklı immunizasyonlar yanlış pozitifliklere neden olabileceğinden sağlıklı verilere ulaşmayı engelleyebilir. Yurdumuzda LH etkenini taşıyan kene cinsleri ile bunların üzerinde yaşadığı canlılarda özellikle insanla sürekli temasta olan köpekler ve bunların yanında diğer türler olan sığır ve atlarda yapılacak saha çalışmaları, ülkemizdeki hastalığın epidemiyolojik durumunu ortaya çıkartmada katkı sağlayacaktır. Halen Amerika Birleşik Devletleri gibi diğer birçok ülkede bildirilmesi zorunlu olan LH'nin ülkemiz için de bir problem olduğu ve aynı sağlık tedbirlerinin Türkiye'de de alınması gerektiğini düşünmekteyiz.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.VET.1904.17.020 numarası ile

desteklenmiştir. Ayrıca çalışmamın istatistiksel yorumlanmasında katkılarından dolayı Istar Danışmanlığa teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Amusatogui, I., Tesouro, M.A., Kakoma, I. & Sainz, A. (2008).** Serological reactivity to *Ehrlichia canis*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Neorickettsia risticii*, *Borrelia burgdorferi* and *Rickettsia conorii* in dogs from Northwestern Spain. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, **8**, 797-803.
- Appel, M.J.G., Allen, S., Jacobson, R.H., Lauderdale, T.L., Chang, Y.F., Shin, S.J., Thomford, J.W., Todhunter, R.J. & Summers, B.A. (1993).** Experimental Lyme disease in dogs produces arthritis and persistent infection. *The Journal of Infectious Diseases*, **167**, 651-664.
- Bhide, M., Travnicek, M., Curlik, J. & Stefancikova, A. (2004).** The importance of dogs in eco-epidemiology of Lyme borreliosis: a review. *Veterinarni Medicina*, **49**, 135-142.
- Bhide, M., Yılmaz, Z., Golcu, E., Torun, S. & Mikula, I. (2008).** Seroprevalance of anti-*Borrelia burgdorferi* antibodies in dogs and horses in Turkey. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, **15**, 85-90.
- Butler, C.M., Houwers, D.J., Jongejan F. & van der Kolk, J.H. (2005).** *Borrelia burgdorferi* infections with special reference to horses. A review. *Veterinary Quarterly*, **27**, 146-156.
- Ciceroni, L., Bartoloni, A., Ciarrocchi, S., Pinto, A., Guglielmetti, P., Valdez Vasquez, C., Gamboa Barahona, H., Roselli, M. & Paradisi, F. (1997)** Serologic survey for antibodies to *Borrelia burgdorferi* in sheep, goats and dogs in Cordillera Province. *Bolivia. Zentralbl Veterinarmed B*, **44**, 133-137.
- Couto, C.G., Lorentzen, L., Beall, L., Shields, M.J., Bertolone, N., Couto, J.I., Couto, K.M., Nash, S., Slack, J., Kvitko, H., Westendorf, N., Marin L., Iazbik, M.C., Vicario, F.C., Sanz P. & Ruano, R. (2010).** Serological study of selected vector-borne diseases in shelter dogs in Central Spain using point-of-care assays. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, **10**, 1-4.
- Çalışır, B., Polat, E., Güney, G. & Gönenç, L. (2000).** Investigation on the species composition of the Ixodid ticks from Belgrade forest in Istanbul and their role as vectors of *Borrelia burgdorferi*. *Acta Zoologica Bulgarica*, **52**, 23-28.
- Delgado, S. & Carmenes, P. (1995).** Seroepidemiological survey for *Borrelia burgdorferi* (lyme disease) in

- dogs from northwestern of Spain. *European journal of epidemiology*, **11**, 321-324.
- Dziegiel, B., Adaszek, L., Carbonero, A., Łyp, P., Winiarczyk, M., Dębiak, P. & Winiarczyk, S. (2016).** Detection of canine vector-borne diseases in eastern Poland by ELISA and PCR. *Parasitology Research*, **115**, 1039-1044.
- Ebani, V.V., Bertelloni, F., Torracca, B. & Cerri, D. (2014).** Serological survey of *Borrelia burgdorferi sensu lato*, *Anaplasma phagocytophilum*, and *Ehrlichia canis* infections in rural and urban dogs in Central Italy. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, **21**, 671-675.
- Egenvall, A., Bonnett, B.N., Gunnarsson, A., Hedhammar, A., Shoukri, M., Bornstein, S. & Artursson, K. (2000).** Sero-prevalence of Granulocytic *Ehrlichia* spp. and *Borrelia burgdorferi sensu lato* in Swedish Dogs 1991-94. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, **32**, 19-25.
- Esendal, Ö.M., İzgür, M., Arda, M., Akay, Ö. & Keskin, O. (1996).** Köpeklerde *Borrelia burgdorferi* antikörlerinin floresan antikör tekniği ile saptanması. *I. Uluslararası Veteriner Mikrobiyoloji Kongresi*, 1996, İstanbul, Türkiye, 128-129.
- Genç, E. (2017).** *Stıgırlardan toplanan kenelerde Lyme hastalığının etkeni Borrelia burgdorferi (sensu lato) varlığının moleküler tanı yöntemleriyle belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Samsun, Türkiye.
- Goossens, H.A., van den Bogaard, A.E. & Nohlmans, M.K. (2000).** Reduced specificity of combined IgM and IgG enzyme immunoassay testing for Lyme borreliosis. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, **19**, 400-402.
- Greene, R.T. (1991).** Canine Lyme borreliosis. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice*, **21**, 51-64.
- Gülanber, E.G., Gülanber, A. & Albayrak, R. (2007).** Lyme disease (borreliosis) in a Saint Bernard dog: First clinical case in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **31**, 367-369.
- Güneş, T., Poyraz, Ö. & Babacan, A. (2011).** Türkiye'nin Sinop yöresinde, klinik olarak sağlıklı görülen köpeklerde *Borrelia burgdorferi sensu lato* ve *Anaplasma phagocytophilum* seroprevalansı ve her iki enfeksiyon etkeninin epidemiyolojik benzerlikleri. *Cumhuriyet Medical Journal*, **33**, 396-401.
- İçen, H., Sekin, S., Şimsek, A., Koçhan, A., Çelik, O.Y. & Altaş, M.G. (2011).** Prevalence of *Dirofilaria immitis*, *Ehrlichia canis*, *Borrelia burgdorferi* infection in dogs from Diyarbakir in Turkey. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, **6**, 371-378.
- İnci, A., Yazar, S., Tuncbilek, A.S., Canhilal, R., Doganay, M., Aydin, L., Aktas, M., Vatanserver, Z., Ozdarendeli, A., Ozbel, Y., Yildirimi A. & Duzlu, O. (2013).** Vectors and vector-borne Diseases in Turkey. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **60**, 281-296.
- İnci, A., Ica, A., Yildirim, A., Vatanserver, Z., Cakmak, A., Albasan, H., Cam, Y., Atasever, A., Sariozkan, S. & Duzlu, O. (2007).** Economical impact of tropical theileriosis in the Cappadocia region of Turkey. *Parasitol Research*, **101**, 171-174.
- Kiss, T., Cadar, D., Krupaci, A. F., Bordeanu, A., Brudaşcă, G. F., Mihalca, A. D., Mircean, V., Gliga, L., Dumitrache, M.O. & Spînu, M. (2011).** Serological reactivity to *Borrelia burgdorferi sensu lato* in dogs and horses from distinct areas in Romania. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, **11**, 1259-1262.
- Kurtenbach, K., Hanincová, K., Tsao, J.I., Margos, G., Fish, D. & Ogden, N.H. (2006).** Fundamental processes in the evolutionary ecology of Lyme borreliosis. *Nature Reviews Microbiology*, **4**, 660.
- Lindenmayer, J., Marshall, D. & Onderdonk, A.B. (1991).** Dogs as sentinels for Lyme disease in Massachusetts. *American Journal of Public Health*, **81**, 1448-1455.
- Mannelli, A., Cerri, D., Buffrini, L., Rossi, S., Rosati, S., Arata, T., Innocenti, M., Grignolo, M.C., Bianchi, G., Iori, A. & Tolari, F. (1999).** Low risk of Lyme borreliosis in a protected area on the Tyrrhenian coast, in central Italy. *European Journal of Epidemiology*, **15**, 371-377.
- Mircean, V., Dumitrache, M.O., Gyorke, A., Pantchev, N., Jodies, R., Mihalca, A.D. & Cozma, V. (2012).** Seroprevalence and Geographic Distribution of *Dirofilaria immitis* and Tick-Borne Infections (*Anaplasma phagocytophilum*, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, and *Ehrlichia canis*) in Dogs from Romania. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, **12**, 595-604.
- Pantchev, N., Schnyder, M., Vrhovec, M.G., Schaper, R. & Tsachev, I. (2015).** Current surveys of the seroprevalence of *Borrelia burgdorferi*, *Ehrlichia canis*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Leishmania infantum*, *Babesia canis*, *Angiostrongylus*

- vasorum and *Dirofilaria immitis* in dogs in Bulgaria. *Parasitology Research*, **114**, 117-130.
- Polat, E., Çalısır, B., Yücel, A. & Tüzer, E. (1998).** Türkiye'de *Ixodes ricinus*'lardan ilk defa ayrılan ve üretilen iki *Borrelia* kokeni. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, **22**, 167-173.
- Poljak, I., Troselj-Vukic, B., Miletic, B., Morovic, M., Ruzic-Sabljić, E., Vucemilovic, A. & Materljan, E. (2000).** Low sero-prevalence of Lyme borreliosis in the forested mountainous area of Gorski Kotar, Croatia. *Croatian Medical Journal*, **41**, 433-436.
- Rondeau, M.P., Walton, R.M., Bissett, S., Drobatz, K.J. & Washabau, R.J. (2005).** Suppurative, non septic polyarthropathy in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, **19**, 654-662.
- Sarı, B., Taşçı, G.T. & Kılıç, Y. (2013).** Seroprevalence of *Dirofilaria immitis*, *Ehrlichia canis* and *Borrelia burgdorferi* in Dogs in Iğdır Province, Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **19**, 735-739.
- Satır, E. (2006).** Köpeklerde *Borrelia burgdorferi* enfeksiyonunun PCR ile araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, Türkiye.
- Stefancíková, A., Skardová, I., Petko, B., Janovská, D. & Cyprichová, V. (1996).** IgG antibodies to *Borrelia* in dogs in the area of Kosice. *Veterinarni Medicina*, **41**, 83-86.
- Stefancíková, A., Tresova, G., Petko, B., Skardová, I. & Sesztakova, E. (1998).** ELISA comparison of three whole cell antigens of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in serological study of dogs from area of Kosice, Eastern Slovakia. *Annals of agricultural and environmental medicine*, **5**, 25-30.
- Straubinger, R.K., Straubinger, A.F., Summers, B.A., Jacobson, R.H. & Erb, H.N. (1998).** Clinical manifestations, pathogenesis, and effect of antibiotic treatment on Lyme borreliosis in dogs. *Wiener Klinische Wochenschrift*, **110**, 874-881.
- Sykora, J., Minar, J., Petrikova, O., Vokoun, P. & Gojda, M. (1990).** The occurrence of antibodies to *Borrelia* in dogs. *Veterinarni Medicina*, **35**, 251-256.
- Uslu, O. (2008).** Köpeklerde Lyme Hastalığının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Aydın, Türkiye.
- Weber, A., Heim, U. & Schafer, R. (1991).** Incidence of anti-bodies to *Borrelia burgdorferi* in dogs in small animal practice in North Bavaria. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, **104**, 384-386.
- Vurucu, M. (2016).** Köpeklerde Lyme Hastalığı Prevalansının ELISA ile Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Aydın, Türkiye.
- Zarkov, I.S. & Marinov, M.M. (2003).** The lyme disease: results of a serological study in sheep cows and dogs in Bulgaria. *Rev Med Vet*, **154**, 363-366.



Titanyum Dioksit Nanopartiküllerinin *Cyprinus carpio*'da Bazı Serum Parametreleri ile Serum Enzim Aktiviteleri Üzerine Akut Toksisitesi

Mustafa TUNÇSOY* Servet DURAN

Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Adana/Türkiye

Geliş/Received: 30.10.2020

Kabul/Accepted: 02.12.2020

Atıf yapmak için: Tunçsoy, M. & Duran, S. (2020). Titanyum Dioksit Nanopartiküllerinin *Cyprinus carpio*'da Bazı Serum Parametreleri ile Serum Enzim Aktiviteleri Üzerine Akut Toksisitesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 704-710.

How to cite: Tunçsoy, M. & Duran, S. (2020). Acute Toxicity of Titanium Dioxide Nanoparticles on Some Serum Parameters and Enzyme Activities of *Cyprinus carpio*. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 704-710.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7306-0539>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1496-1932>

*Sorumlu yazarın:
Mustafa TUNÇSOY
Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat
Fakültesi, Biyoloji Bölümü,
Adana/Türkiye
✉: mustafa_tuncsoy@hotmail.com
Cep telefonu : +90 (539) 815 28 28
Telefon : +90 (322) 338 60 60
Faks : +90 (322) 338 60 70

Öz: Titanyum dioksit nanopartikülleri (TiO₂ NP) elektronik malzemeler, paketlenme, yiyecek endüstrisi ve kozmetik ürünler başta olmak üzere yaygın kullanıma sahip nanopartiküllerdir. Bu yaygın kullanım sonucu doğaya daha yüksek düzeylerde salınmaları, özellikle su organizmaları için tehlike oluşturmaktadır. Bu çalışmada TiO₂ NP'nin 25 ve 50 mg/L derişimlerinin 24, 48 ve 96 saatlik sürelerle etkisinde *C. carpio*'da serum glikoz, total protein ve kolesterol düzeyleri ile serum AST, ALT ve ALP enzim aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen süre ve derişimlerde TiO₂ NP etkisinde balıklarda mortalite gözlenmemiştir. TiO₂ NP etkisinde serum glikoz düzeyi her iki derişimde de 48 ve 96 saatlik etki süresinde kontrole oranla önemli düzeyde artış gösterirken, serum total protein ve kolesterol düzeyinde tüm süre ve derişimlerde kontrole oranla herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Serum AST, ALT ve ALP enzim aktivitesi ise her iki derişimde de 96 saatlik etki süresinde kontrole oranla önemli düzeyde artış göstermiştir.

Anahtar kelimeler: *C. carpio*, nanopartikül, serum parametreleri, titanyum dioksit.

Acute Toxicity of Titanium Dioxide Nanoparticles on Some Serum Parameters and Enzyme Activities of *Cyprinus carpio*

*Corresponding author's:
Mustafa TUNÇSOY
Çukurova University, Faculty of Arts and
Sciences, Department of Biology,
Adana, Turkey.
✉: mustafa_tuncsoy@hotmail.com
Mobile telephone: +90 (539) 815 28 28
Telephone : +90 (322) 338 60 60
Fax : +90 (322) 338 60 70

Abstract: Titanium dioxide nanoparticles (TiO₂ NPs) are widely used in industries for electronics, packaging, food, and cosmetics. Due to their extensive usage of these NPs pose a great threat to the aquatic environments. Effects of 25 and 50 mg/L waterborne TiO₂ NPs on serum glucose, total protein and cholesterol levels and serum AST, ALT and ALP activities of *C. carpio* were determined after 24, 48 and 96 hours of exposure. No mortality was observed during the experiments. Serum glucose level increased at 48 and 96 hours while serum total protein and cholesterol levels unchanged compared with control at the end of the 96 hours. There was also an increased in serum AST, ALT and ALP activities compared with control at 96 hours of exposure to TiO₂ NPs.

Keywords: *C. carpio*, nanoparticle, serum parameters, titanium dioxide.

GİRİŞ

Son yıllarda sanayideki hızlı gelişim ve nüfus artışı su ortamlarının ağır metaller gibi çeşitli kirleticiler tarafından kirletilmesine neden olmaktadır (Wang vd.,

2013; Ji vd., 2015; Uncumusaoğlu & Akkan;2017; Akkan et al., 2018; Mutlu et al., 2018; Abdhel-Khalek vd., 2020). Metaller, atmosferik birikim, jeolojik erozyon gibi doğal yollarla ya da kanalizasyon deşarjı, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler gibi antropojenik kaynaklar yoluyla su ortamına

girmekte ve doğal derişimlerinin aşılmasıyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirliliğe neden olarak, çevre ve insan sağlığına önemli tehlike oluşturmaktadır (Bo vd., 2015; Palma vd., 2015).

Nanomateriyaller yüzey alanlarının geniş olması ve yüksek reaksiyon aktiviteleri son yıllarda oldukça dikkat çekmektedir. Nanoteknolojinin hızlı gelişim göstermesi sonucu çeşitli boyut ve çaplardaki bu nanomateriyaller ticari ve endüstriyel alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Amelia vd., 2012; Tang vd., 2012). Nanopartiküller su ortamında daha dengeli olmaları, daha küçük olan boyutları ve spesifik yüzey alanlarının daha büyük olmaları nedeniyle büyük kütleli metallere oranla daha hızlı reaksiyona girmektedirler (Al-Baurity vd. 2013). Bu gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak endüstrideki kullanımları ilk kullanımları olan 2000 yılından günümüze yüksek bir ivme ile artmaktadır. Ancak, bu artış doğaya daha yüksek düzeylerde salınmaları ile sonlandığından özellikle su organizmaları için tehlike oluşturmaktadır.

Titanyum dioksit nanopartikülleri elektronik malzemeler, paketlenme, yiyecek endüstrisi ve kozmetik ürünler başta olmak üzere yaygın kullanıma sahip nanopartiküllerdir. Beyaz pigmentler olmaları nedeniyle şekerleme, sakız, deodorantlar, şampuanlar, duş jelleri, diş macunları ve güneş koruyucular gibi yiyecek ve kişisel bakım ürünlerinde çok yoğun bir şekilde kullanılmaktadırlar (Weir vd., 2012).

Omurgalı hayvanların kanında çok sayıda enzim, besin maddesi, metabolitler, hormonlar, iyonlar ve atık ürünler bulunmaktadır. Ayrıca metallerin organizmaya alındıktan sonra depolama, detoksifikasyon ve atılımın yapılacağı iç organlara taşınması da kan yoluyla olmaktadır. Kan analizlerinde hematolojik ve biyokimyasal parametreler yaygın olarak uygulanmakla birlikte, bu parametreler balıklardaki fizyolojik değişikliklerin izlenmesi için uygun göstergelerdir.

Araştırmada materyal olarak kullanılan ve protein kaynağı olarak tüketilen *C. carpio* hastalıklara ve sıcaklık değişimlerine karşı dirençli olmaları, yumurta açılım sürelerinin kısa ve kültür koşullarında büyümelerinin hızlı olması nedeniyle yetiştiriciliği yaygın bir şekilde yapılmaktadır.

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 değişime neden olmaktadır. Bu amaçla bu araştırmada titanyum dioksit nanopartiküllerinin 25 ve 50 mg/L derişimlerinin 24, 48 ve 96 saatlik süreyle etkisinde serum glikoz, total protein ve kolesterol düzeyleri ile AST, ALT ve ALP enzim aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırmada materyal olarak kullanılan *C. carpio* bireyleri Adana DSİ üretim havuzlarından alınarak deneylerin yürütüldüğü kontrollü ortam şartlarındaki Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Ekotoksikoloji Laboratuvarı'na 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 19,50 ± 1,70 cm boy ve 105,0 ± 10,90 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 9 balık konulmuş, toplamda 27 balık kullanılmıştır. İlk 2 akvaryuma son derişimleri sırası ile 25 ve 50 ppm Ti/L olacak şekilde TiO₂ NP, üçüncü akvaryuma ise metal içermeyen dinlenmiş çeşme suyu konulup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Deney çözeltilerinin hazırlanmasında titanyum dioksit nanopartikülü (P25 Degussa) kullanılmıştır. Deneyler süresince ortam suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıda gösterilmiştir.

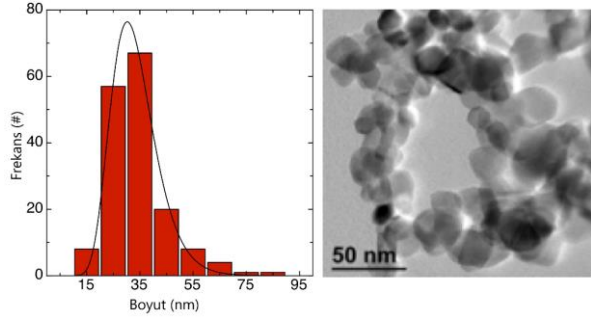
Sıcaklık (Akvaryum): 23 ± 0,5°C
Çözünmüş oksijen: 7,0 ± 0,3 mg/L
pH: 8,2 ± 0,3

Toplam alkalinite: 315 ± 0,5 mg CaCO₃/L

Deneyler üç tekrarlı olarak yürütülmüş olup her tekrarda bir balık olacak şekilde kullanılmıştır. Deney süresince deney çözeltileri her gün taze olarak hazırlanan 1000 ppm stok çözeltiden uygun seyreltmeler yapılarak değiştirilmiştir. Çözeltiler akvaryumlara eklenmeden hemen önce 15 dakika süreyle ultrasonik banyoda sonikasyona bırakılmıştır. 24, 48 ve 96 saatlik etki süreleri sonunda balıklar çıkarılmıştır.

Titanyum dioksit nanopartikülünün karakterizasyonuna ait veriler aşağıda olup, TEM görüntüsü Şekil 1'de gösterilmiştir.

Partikül boyut dağılımı: 28,82 nm ± 11,07 nm
Yoğunluk: 4,3384 ± 0,0057 g/cm³
Spesifik yüzey alanı: 46,45 ± 2,32 m²/g



Şekil 1. TiO₂ NP'nin Transmisyon elektron mikroskopu görüntüsü.

Figure 1. Transmission electron microscope image of TiO₂ NP.

Serum parametrelerin incelenmesinde kullanılan kan örnekleri her bir deneğin kaudal pedinkülünün vertikal doğrultuda kesilmesi yolu ile elde edilmiştir. Alınan kan örnekleri içerisinde herhangi bir antikoagülant madde bulunmayan santrifüj tüplerine aktarılarak 4000 dev/dak.'da 10 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve serum örnekleri elde edilmiştir. Elde edilen serum örnekleri serum tüplerine aktarılarak analize hazır hale getirilmiş ve serum parametrelerinin analizinde Beckman Coulter DXI 800 ve DXC 800 marka otoanalizator 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

BULGULAR VE TARTIŞMA

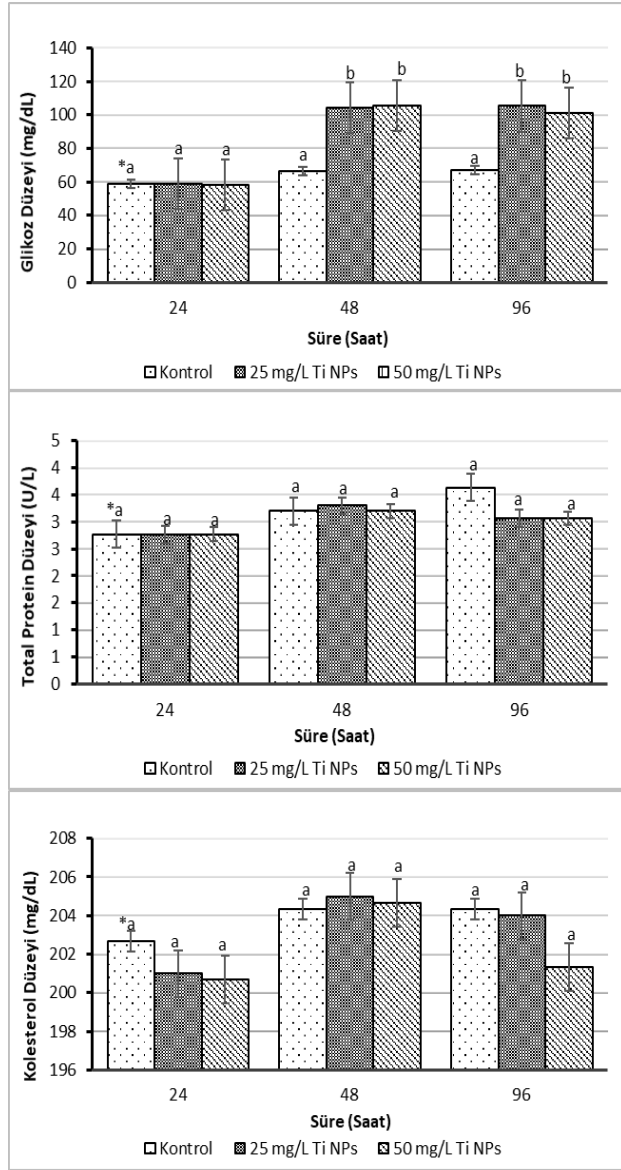
Glikoz, total protein ve kolesterol gibi serum parametreleri, hayvanların sağlık durumlarını belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Metal etkisinde kalma gibi çevresel stres faktörleri, belirtilen parametrelerin bir ya da daha fazlasında değişikliğe neden olmaktadır (Yang & Chen, 2003; McDonald & Grosell, 2006). Glikoz, stres metabolitlerine karşı dokuların gereksinim duyduğu acil enerjiyi karşılamaktadır. Bir stres hormonu olan kortizolün balıklarda glukoneojenez ve glikojenoliz yoluyla glikojenden glikoz üretimini artırdığı ve bu yolla plazma glikoz düzeyinde artışlara neden olduğu bilinmektedir (Javed & Usmani, 2015). Total protein ve kolesterol organizmadaki beslenme durumunun belirteçleridir (Yang & Chen, 2003). Serum total proteini karaciğerde sentezlenen temel serum proteinleri olup karaciğer hasarının bir belirteci olarak ifade edilmektedir. Kolesterol akut ve kronik stres etkisindeki balıklarda çevresel stres yapıcıların etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır (Wedemeyer & McLeay, 1981).

Yapılan birçok çalışmada, hematolojik parametrelerin, balıkların çevresel stres faktörlerine ve kirleticilerin varlığına verdikleri fizyolojik tepkiler hakkında önemli bilgiler sağlayabileceği (Li vd., 2011) ve

balık kanındaki birçok biyokimyasal parametrenin ağır metal toksisitesinin bir göstergesi olarak kullanılabilceği ileri sürülmüştür (Fırat & Kargın, 2010). Kan glikoz düzeyindeki artış, stres durumuyla karşılaşan hayvanlarda sıkça görülen bir durumdur ve bu gibi durumlarda ortaya çıkan katekolamin ve kortikosteroid gibi hormonların salgılanmasının ana etkilerinden biridir (Brown, 1993). Kan glikoz düzeyindeki artış, artan adrenokortikotropik ve glukagon hormonları ve/veya azalmış insülin aktivitesinin aracılık ettiği, karaciğer glikojeninin parçalanmasındaki artışın yol açtığı bozulmuş karbonhidrat metabolizmasını göstermektedir (Raja vd., 1992). Cicik ve Engin, (2005) tarafından stres altındaki balıklarda artmış serum glikoz seviyeleri bildirilmiştir. Serum total protein düzeyi suda yaşayan organizmalarda ksenobiyotik kaynaklı stresin önemli bir göstergesidir (Singh & Sharma, 1998). Serum total proteini yani karaciğerde sentezlenen serum proteini, karaciğer yetmezliğinin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Yang & Chen, 2003). Kolesterol, hücre membranlarının yapısında, safra ve steroid hormonlarının sentezinde kullanılan ve balıklarda gelişme, eşeyssel olgunluğa ulaşma ve üreme için gerekli bir yapı elemanıdır. Kolesterolün yaklaşık % 80'i karaciğer tarafından üretilmektedir (Hasheesh vd., 2011). Kolesterolün sentezinde ve salgılanmasında en önemli organ karaciğerdir, dolayısıyla karaciğerde meydana gelebilecek herhangi bir hasar kolesterol düzeyinde değişikliklere neden olmaktadır. Kolesterol lipoprotein metabolizmasını ve lipit üretimini düzenlemektedir (Dietschy vd., 1993).

Yapılan birçok çalışmada stres koşullarında serum glikoz düzeyinde artış meydana geldiği belirtilmiştir (Iwama vd., 1999; Cicik & Engin, 2005; Ramesh, 2007; Tunçsoy, 2019). 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). Yapılan çalışmalarda genellikle uzun süreli metal etkisinin serum total protein (Singh & Reddy, 1990; Preto vd., 2014; Zaghoul vd., 2006) ve kolesterol (Dutta & Haghghi, 1986; Shaheen & Akhtar, 2012; Heydarnejad vd., 2013) düzeyini düşürdüğü belirtilmiştir. *C. carpio* ile yürütülen bu çalışmada TiO₂ NP etkisinde serum glikoz düzeyi her iki derişimde de 48 ve 96 saatlik etki süresinde kontrole oranla önemli düzeyde artış gösterirken (Şekil 2; P<0,05), serum total protein ve kolesterol düzeyinde tüm süre ve derişimlerde kontrole oranla herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir (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. Serum total protein ve

kolesterol düzeyinde değişimin olmaması sürenin kısa ve derişimin düşük olması ve stres kaynaklı gereken enerji gereksiniminin glikozdan sağlanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 2. TiO₂ NP'nin etkisinde *C. carpio*'da serum glukoz, total protein ve kolesterol düzeyleri.

SNK; a ve b ile gösterilen harfler derişimler arası ayrımı göstermek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0.05 düzeyinde istatistik ayrım vardır.

Figure 2. Impacts of TiO₂ NPs on serum glucose, total protein and cholesterol levels of *C. carpio*.

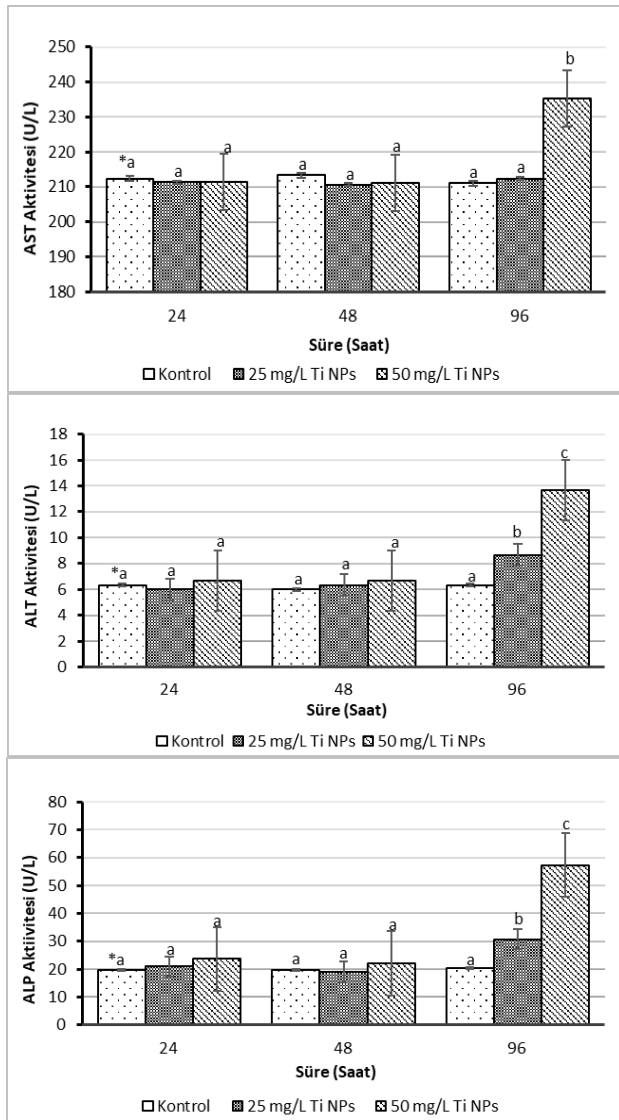
*=SNK; Letters a and b show differences between concentrations. Data shown with different letters are significant at the P<0.05 level.

Alkali fosfataz (ALP), alanin transaminaz (ALT) ve aspartat transaminaz (AST) gibi serum enzimleri yoğun olarak karaciğerde bulunmaktadır ve hayvan türlerinin sağlık durumlarının belirlenmesinde kullanılan önemli serum parametreleri olarak kabul edilmektedir. ALP, alkalik pH değerinde bir transfosforilaz görevi yapan ve suda yaşayan hayvanların iskelet mineralizasyonunda

önemli rol oynayan çok işlevli bir enzimdir (Lan vd., 1995; Zikic vd., 2001). Buna ek olarak, iki önemli aminotransferaz olan, AST ve ALT, protein ve amino asit metabolizmasında yer alan en önemli enzimlerdir (Folmar, 1993). Bu enzimlerin kan serum düzeyleri, karaciğer hücrelerinin uğradığı yıkım düzeyini göstermektedir. Normal koşullarda, bu enzimlerinin kan serum düzeyleri düşüktür, ancak karaciğer dokularında yıkım olmuşsa, kan dolaşımına daha fazla salınmakta ve böylece kan serum düzeyleri yükselmektedir. Dolayısıyla bu enzimlerin aktivitelerindeki artış veya azalış doku yıkımının, çevresel stresin veya hastalıkların göstergesi olarak kullanılmaktadır (Kori-Siakpere vd., 2012).

Federici vd., (2007) titanyum dioksit nanopartiküllerinin 0,1, 0,5 ve 1 mg/L'lik derişimlerinin 14 günlük süreyle etkisinde *O. mykiss*'in dokularındaki birikim düzeylerini tespit etmişler ve karaciğer dokusunda tüm derişimlerde Ti birikiminde artış gözlenirken, solungaç ve kas dokusunda tüm derişimlerde herhangi bir derişim olmadığını belirtmişlerdir. Mansouri vd., (2016) TiO₂ nanopartikülünün 10 mg/L derişiminin 4 günlük süreyle etkisinde *C. carpio*'nun solungaç ve karaciğer dokusunda histopatolojik anomaliye neden olduğunu belirtmişlerdir. Hao vd., (2009) TiO₂ NP'nin 10 mg/L'lik derişimlerinin 8 günlük süreyle etkisinde *C. carpio*'da solungaç, karaciğer ve beyin dokusundaki SOD ve CAT enzim aktivitesini incelemişler ve bu enzimlerin karaciğer dokusundaki aktivitesinin diğer dokulara oranla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Wu vd., (2003) stres faktörlerinin etkisinde *Epinephelus areolatus* 'da serum AST ve ALT düzeyinin artış gösterdiğini ve bunu da karaciğer hasarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Metal etkisinde dokulardaki fizyolojik derişikliklerden dolayı serum ALP aktivitesinin artış gösterdiğini belirtilmiştir (Jiraungkoorskul vd., 2003). Kaviani vd., (2018) *Salmo trutta caspius*'da TiO₂ NP'nin akut etkisinde ALP aktivitesinin artış gösterdiğini belirtmişlerdir. *C. carpio* ile yürütülen bu çalışmada TiO₂ NP etkisinde serum AST, ALT ve ALP enzim aktivitesi her iki derişimde de 96 saatlik etki süresinde kontrole oranla önemli düzeyde artış göstermiştir (Şekil 3; P<0,05). Serum enzim aktivitelerindeki bu derişimlerin metal etkisinin karaciğer, böbrek ve solungaç gibi dokularda meydana gelen hasarlardan dolayı serumdaki düzeyinin arttığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak incelenen metalin etkisinde anılan türde incelenen parametrelerin derişikliklere neden olması, balıklarda meydana gelen derişikliklerin hızlı bir şekilde tespit edilmesine ve bu parametrelerin kirlilik belirteci olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 3. TiO₂ NP'nin etkisinde *C. carpio*'da serum serum AST, ALT ve ALP enzim aktiviteleri.

*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.

Figure 3. Impacts of TiO₂ NPs on serum serum AST, ALT and ALP enzyme activities of *C. carpio*.

*=SNK; Letters a, b and c show differences between concentrations. Data shown with different letters are significant at the P<0.05 level.

TEŞEKKÜR

Danışman Hocam Prof. Dr. Cahit ERDEM'e ve Titanyum dioksit nanopartikül karakterizasyonuna katkı sağlayan Harvard Üniversitesi Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Philip DEMOKRİTOU ve Dr. Georgios PYRGIOTAKIS'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, Gökhan ÇALYAN'a da teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

Abdel-Khalek, A.A., Badran, S.R. & Marie, M.S. (2020). The Effective Adsorbent Capacity of Rice

Husk to Iron and Aluminum Oxides Nanoparticles Using *Oreochromis niloticus* as a Bioindicator: Biochemical and Oxidative Stress Biomarkers. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, **27**, 23159-23171.

Akkan, T., Yazicioglu, O., Yazici, R. & Yilmaz, M. (2018). Assessment of irrigation water quality of Turkey using multivariate statistical techniques and water quality index: Siddıklı Dam Lake. *Desalination and Water Treatment*, **115**, 261-270.

Al-Bairuty, G.A., Shaw, B.J., Handy, R.D. & Henry, T.B. (2013). Histopathological Effects of Waterborne Copper Nanoparticles and Copper Sulphate on the Organs of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquat. Toxicol.*, **126**, 104-115.

Amelia, M., Lincheneau, C., Silvi, S. & Credi, A. (2012). Electrochemical Properties of CdSe and CdTe Quantum Dots. *Chemical Society Review*, **41**, 5728-5743.

Bo, J., Wang, D.J., Li, T.L., Li, Y., Zhang, G., Wang, C. & Zhang, S.Q. (2015). Accumulation and Risk Assessment of Heavy Metals in Water, Sediments and Aquatic Organisms in Rural Rivers in the Taihu Lake Region, China. *Environmental Science & Pollution Research*, **22**, 6721-6731.

Brown, J.A. (1993). *Endocrine Responses to Environmental Pollutants*. In: Rankin, J.C., Jensen, F.B. (eds.) *Fish Ecophysiology*. Chapman & Hall, London, UK, 276-296.

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 & Animal Science*, **29**, 113-117.

Dietschy, J.M., Turley, S.D. & Spady, D.K. (1993). Role of Liver in the Maintenance of Cholesterol and Low Density Lipoprotein Homeostasis in Different Animal Species, Including Humans. *Journal of Lipid Research*, **34**, 1637-1659.

Dutta, H.M. & Haghghi, A.Z. (1986). Methylmercuric Chloride and Serum Cholesterol Levels in Blugill *Lepomis macrochirus*. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology*, **36**, 181-185.

Federici, G., Shaw, B.J. & Handy, R.D. (2007). Toxicity of Titanium Dioxide Nanoparticles to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Gill Injury, Oxidative Stress, and Other Physiological Effects. *Aquatic Toxicology*, **84**(4), 415-430.

Firat, Ö. & Kargın, F. (2010). Individual and combined effects of heavy metals on serum biochemistry of Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*. *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*, **58**, 151-157.

Folmar, L.C. (1993). Effects of chemical contaminants on blood chemistry of teleost fish: A Bibliography and Synopsis of Selected Effects. *Environmental Toxicology & Chemistry*, **12**, 337-375.

Hao, L., Wang, Z. & Xing, B. (2009). Effect of sub-acute exposure to TiO₂ nanoparticles on oxidative stress and histopathological changes in juvenile carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Environmental Science*, **21**, 1459-1466.

- Hasheesh, W.S., Marie, M.A.S., Abbas, H.H., Eshak, M.G. & Zahran, E.A. (2011).** An Evaluation of the Effect of 17 α -Methyltestosterone hormone on some biochemical, molecular and histological changes in the liver of Nile tilapia; *Oreochromis niloticus*. *Life Science Journal*, 8(3), 343-358.
- 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.
- 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. (2015).** Impact of heavy metal toxicity on hematology and glycogen status of fish: A review. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 85, 889- 900.
- Ji, C.L., Wang, Q., Wu, H.F., Tan, Q.G. & Wang, W.X. (2015).** A metabolomic investigation of the effects of metal pollution in oysters *Crassostrea hongkongensis*. *Marine Pollution Bulletin*, 90, 21-222.
- Jiraungkoorskul, W., Upatham, E.S., Kruatrachue, M., Shaphong, S., Vichasri-Grams, S. & Pokethitiyook, P. (2003).** Biochemical and histopathological effects of glyphosate herbicide on Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Environmental Toxicology*, 18, 260-267.
- Kaviani, F.E., Naeemi, A.S. & Salehzadeh, A. (2018).** Acute toxicity and effects of titanium dioxide nanoparticles (TiO₂ NPs) on some metabolic enzymes and hematological indices of the endangered Caspian trout juveniles (*Salmo trutta caspius* Kessler, 1877). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(3), 1253-1267.
- Kori-Siakpere, O. & Ubogu, E. (2008).** Sublethal hematological effects of zinc on the freshwater fish, *Heteroclaris sp.* (Osteichthyes: Clariidae). *African Journal of Biotechnology*, 7(12), 2068-2073.
- Lan, W.G., Wong, M.K., Chen, N. & Sin, Y.M. (1995).** Effect of combined copper, zinc, chromium, and selenium by orthogonal array design on alkaline phosphatase activity in liver of the red sea bream, *Chrysophrys major*. *Aquaculture*, 131, 219-230.
- Li, Z.H., Velisek, J., Grabic, R., Li, P., Kolarova, J. & Randak, T. (2011).** Use of hematological and plasma biochemical parameters to assess the chronic effects of a fungicide propiconazole on a freshwater teleost. *Chemosphere*, 83, 572-578.
- Mansouri, B., Maleki, A., Davari, B., Johari, S.A., Shahmoradi, B., Mohammadi, E. & Shahsavari, S. (2016).** Histopathological effects following short-term coexposure of *Cyprinus carpio* to nanoparticles of TiO₂ and CuO. *Environmental Monitoring & Assessment*, 188(575), 5-12.
- McDonald, M.D. & Grosell, M. (2006).** Maintaining osmotic balance with an aglomerular kidney. *Comparative Biochemistry & Physiology*, 143, 447-58.
- Mutlu, C., Eraslan, Akkan. & B, Verep, B. (2018).** Water quality assessment of Harşit stream (Giresun, Turkey) using multivariate statistical techniques. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(12B),9851-9858.
- Palma, P., Ledo, L. & Alvarenga, P. (2015).** Assessment of trace element pollution and its environmental risk to freshwater sediments influenced by anthropogenic contributions: The case study of alqueva reservoir (Guadiana Basin). *Catena*, 128, 174-184.
- Pretto, A., Loro, V.L., Silva, V.M.M., Salbego, J., de Menezes, C.C., Souza, C.F., Goda, C.R. & Baldissarotto, B. (2014).** Exposure to sublethal concentrations of copper changes biochemistry parameters in silver catfish, *Rhamdia quelen*, (Quoy & Gaimard, 1824). *Bulletin Environmental Contamination & 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
- 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 & Environmental Safety* 20, 30-35.
- Singh, R.K. & Sharma, B. (1998).** Carbufuran induced biochemical changes in *Clarias batrachus*. *Pesticide Science*, 53, 285-290.
- Tang, F., Li, L. & Chen, D. (2012).** Mesoporous silica nanoparticles: synthesis, biocompatibility and drug delivery. *Advance Materials*, 24, 1504-1534.
- Tunçsoy, M. (2019).** Influence of copper oxide nanoparticles on some serum parameters of *Clarias gariepinus*. *Journal of Anatolian Environmental & Animal Sciences*, 4(3), 387-392.
- 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.
- Wang, S.L., Xu, X.R., Sun, Y.X., Liu, J.L. & Li, H.B. (2013).** Heavy metal pollution in coastal areas of South China: A Review. *Marine Pollution Bulletin*, 76(1-2), 7-15.
- Wedemeyer, G.A. & Mcleay, D.J. (1981).** *Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors*. In Stress and Fishes. (Edited by Pickering, A.D.), 247-275.
- Weir, A., Westerhoff, P., Fabricius, L., Hristovski, K. & von Goetz, N. (2012).** Titanium dioxide nanoparticles in food and personal care products.

Environmental Science & Technology, **46**(4), 2242-50.

Wu, R.S., Pollino, C.A., Au, D.W., Zheng, D.W., Yuen, B. & Lam, P.K. (2003). Evaluation of biomarkers of exposure and effect in juvenile areolated grouper (*Epinephelus areolatus*) on food-borne exposure to benzo-a-pyrene. *Environmental Toxicology & Chemistry*, **22**, 68-73.

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.

Zikic, R.V., Stajn, S., Pavlovic, Z., Ognjanovic, B.I. & Saicic, Z.S. (2001). Activities of superoxide dismutase and catalase in erythrocyte and plasma transaminases of goldfish (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) exposed to cadmium. *Physiological Research*, **50**, 105-111.



Ankara Asartepe Baraj Gölü'nde Yaşayan *Oxynoemachellus angorae* (Steindachner, 1897)' nin Bazı Popülasyon Özellikleri

Ömer SAYLAR* Burçak ATA Beran FIRİDİN

Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara/Türkiye

Geliş/Received: 15.11.2020

Kabul/Accepted: 16.12.2020

Atıf yapmak için: Saylar, O., Ata, B. & Firdin, B. (2020). Ankara Asartepe Baraj Gölü'nde Yaşayan *Oxynoemachellus angorae* (Steindachner, 1897)' nin Bazı Popülasyon Özellikleri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 711-716.

How to cite: Saylar, O., Ata, B. & Firdin, B. (2020). Some Population Characteristics of *Oxynoemachellus angorae* (Steindachner, 1897) Living in Ankara Asartepe Dam Lake. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 711-716.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-6837-2981>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-8046-550X>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-2103-6147>

***Sorumlu yazarın:**

Ömer SAYLAR
Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
✉: osaylar@gazi.edu.tr
Cep telefonu : +90 (532) 206 34 10
Telefon : +90 (312) 202 16 10
Faks : +90 (312) 202 16 10

Öz: Asartepe Baraj Gölü'nde Mart 2015-Şubat 2016 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897)'nin boy-ağırlık ilişkileri (LWR), kondisyon faktörü ve boy-boy ilişkileri araştırılmıştır. Elde edilen örneklerin total boyları 4-7,8 cm, toplam ağırlıkları ise 1-5 g arasında dağılım göstermiştir. Boy-ağırlık ilişkisinin fonksiyonel denklemi $W = 0,00171 \times TL^{2,651}$ ve korelasyon değeri $r^2 = 0,80$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen b değeri tüm bireylerde istatistiksel olarak 3'ten farklı çıkmamıştır (t-testi, $P > 0.05$). Kondisyon faktörü değerlerinin 0,54-1,5625 arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler son çalışmalarda bildirilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Yapılan bu çalışma ile Asartepe Baraj Gölü'ndeki *O. angorae* popülasyonuna ait boy-ağırlık ilişkisi, kondisyon faktörü ve boy-boy ilişkisi ile ilgili ilk temel veriler belirlenerek sunulmuştur. Ayrıca, bu çalışma çeşitli ekolojik faktörlerin etkisiyle tehdit altında bu türün korunması ve balık faunası açısından da önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Asartepe Baraj Gölü, kondisyon faktörü *Oxynoemacheilus angorae*, boy-ağırlık ilişkisi.

Some Population Characteristics of *Oxynoemachellus angorae* (Steindachner, 1897) Living in Ankara Asartepe Dam Lake

***Corresponding author's:**

Ömer SAYLAR
Gazi University, Gazi Education Faculty,
Science Education Department, Ankara,
Turkey.
✉: osaylar@gazi.edu.tr
Mobile telephone: +90 (532) 206 34 10
Telephone : +90 (312) 202 16 10
Fax : +90 (312) 202 16 10

Abstract: In this study carried out in Asartepe Dam Lake between March 2015 and February 2016, length-weight relationships, condition factor and length-length relationships of *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) were investigated. The total lengths of the samples obtained are ranged from 4-7.8 cm, and their total weights are ranged from 1-5 g. The functional equation of the length-weight relationship was calculated as $W = 0,00171 \times TL^{2,651}$ and the correlation value of the relationship was $r^2 = 0.80$. The obtained b value was not statistically different from 3 in all individuals (t-test, $P > 0.05$). It was determined that the condition factor values varied from 0.54 to 1.5625. The data obtained were compared with the results reported in recent studies. In this study, the first basic data on length-weight relationship, condition factor and length-length relationships of *O. angorae* population in Asartepe Dam Lake were determined and presented. In addition, this study is also important in terms of the conservation of this species under the threat of various ecological factors and the fish fauna.

Keywords: Asartepe Dam Lake, condition factor, *Oxynoemacheilus angorae*, length-weight relationships.

GİRİŞ

Değişik habitatlarda yaşamını sürdüren farklı balık popülasyonlarının sürekli değişen çevresel şartlar ve etkilerine adaptasyonu türün devamlılığı açısından önemlidir. Bu olumsuz şartlar balık popülasyonlarının dinamiklerini değiştirirken türlerin devamlılığını da tehdit altına almaktadır. Bu nedenle balıklardaki türün çeşitliliğini ortaya koyan morfometrik ve meristik ölçümler ile boy-ağırlık ilişkisinin bilinmesi türün devamlılığı açısından önemlidir. Bu tür çalışmalar ayrıca aynı türün farklı lokalitelerdeki popülasyonlarını karşılaştırmaya ve türün biyolojisi hakkında bilgi edinilmesine yardımcı olmaktadır (Oscoz vd., 2005). Çevresel faktörler ve genetik farklılıkların etkisiyle özellikle kıyusal deniz balıklarında görülen değişimler onların morfolojik karakterlerine ve meristik özelliklerine yansımaktadır (O'Reilly & Horn, 2004).

Tatlısu balıklarında popülasyon dinamikleri üzerine yapılmış taksonlarla ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Özellikle, morfometrik ölçümlerin yapıldığı çok sayıda yerli ve yabancı araştırmaların olduğu bilinmektedir. Balıklardaki fauna çalışmalarında biyometrik ölçümler ilk yapılan işlemlerdir. Ayrıca, lokalitesinde varlığı ilk defa tespit edilen taksonların sistematik yeri bu ölçümlerle belirlenerek popülasyonlarda morfometrik farklılaşmaların olup olmadığı da anlaşılmış olur. Birbirinden farklı sucul ekosistemlerin balık faunasını belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, faunayı oluşturan bütün taksonların morfometrik ve meristik özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Gerger bölgesi (Başusta & Yenişol, 2016), Darlık Deresi ve kolları (Gaygusuz vd., 2017), Asartepe Baraj Gölü (Saylar vd., 2018), İstanbul ili (Özuluğ & Saç, 2019) biyometrik ölçümlerin yapıldığı bazı ihtiyofauna çalışmalarıdır.

Balıklarda boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri ile kondisyon faktörü değerlerinin bilinmesi balıkçılık yönetimi açısından önemlidir. Boy-ağırlık-yaş ilişkisi belirli bir boy grubundaki bireylerin ortalama ağırlığını (Beyer, 1987) ve balık türlerinin sağlıklı olma durumunu tahmin etmede kullanılabilir (Jobling, 2002). Ayrıca, popülasyondaki yoğunluk, büyüklük, stok durumu ve sürdürülebilirlik gibi parametreler, korelasyon değerinin ve kondisyon faktörünün hesaplanması ile mümkün olabilmektedir. Bu konuda balıklarda yapılmış yabancı çalışmalar olduğu gibi çok sayıda yerli çalışmalar da bulunmaktadır (Şahin vd., 2009; Yazıcıoğlu vd., 2013; Yazıcı vd., 2015; Yılmaz vd., 2015; İlhan & İlhan, 2018; Saylar vd., 2019; Yüngül vd., 2019; Aksu vd., 2019; Bilgin & Solak, 2020).

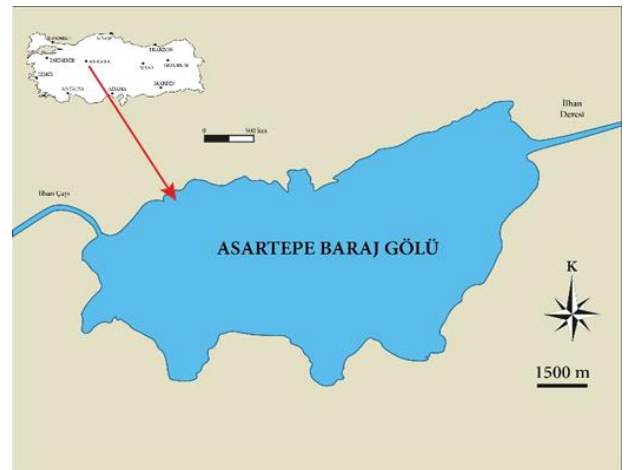
Bu çalışma, farklı sucul ekosistemlerde yaşamını sürdüren aynı türe ait popülasyonların karşılaştırılmasına

ve yorumlanmasına katkı sağlayacağı düşünülerek yapılmıştır. Çünkü çeşitli ekosistemlerde yapılan bu tür çalışmalar, hem aynı türün farklı habitatlardaki verilerini hem de bu ekosistemlerin çevresel ve ekolojik özelliklerini karşılaştırma imkânı vermektedir (Koutrakis & Tsikliras, 2003; Gaffaroğlu vd., 2014; Yazıcıoğlu & Yazıcı, 2016; Çiçek vd., 2019).

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma Ankara Asartepe Baraj Gölü'nde yaşayan *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) balıkları üzerinde yapılmıştır. Daha önce gölde yaşayıp yaşamadığı bilinmeyen *O. angorae*, Saylar vd. (2018) balık faunasını belirlemek amacıyla yaptıkları örnekleme çalışmaları sırasında göldeki varlığı ilk defa tespit edilerek kayıtlara girmiştir.

Çalışma alanı: Asartepe Baraj Gölü Sakarya Nehri'nin bir kolu olan ve Kirmir Çayı'nın birleştiği İlhan Çayı üzerinde sulama amacıyla kurulmuştur. Deniz seviyesinden 825 m yükseklikte olup, ortalama derinliği 36 m ve yüzey alanı 2 km²'dir. Maksimum su kapasitesi 20 × 106 m³ tür. Asartepe Barajı'nın coğrafik konumu 40° 8' 45" Kuzey ile 32° 23' 56" Doğu koordinatlarında yer almaktadır. Karasal iklim hüküm sürer ve yıllık ortalama sıcaklığı 11,7°C' dir. Ankara için önemli bir rekreasyon alanı olup amatör balıkçılığın cazibe merkezlerinden biridir (Şekil 1). Asartepe Baraj Gölü'nde Mart 2015-Şubat 2016 tarihleri arasında yapılan örnekleme çalışmalarında 50 adet *Oxynoemacheilus angorae* yakalanmıştır.



Şekil 1. Asartepe Baraj Gölü (Saylar vd., 2019).

Figure 1. Asartepe Dam Lake (Saylar vd., 2019).

Takson Bilgileri: Türkiye'de Nemacheilidae familyasına ait 49 tür bulunmaktadır (Çiçek vd., 2019). Bu taksonlardan biri de *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897)'dir (Şekil 1). Bu türün anayurdu (Terra Typica) Ankara olup Anadolu'ya ve yaşadığı diğer

tüm ülkelere buradan yayılış göstermiştir. Küçük ve sığ göllerde, sazlıklarda, akarsuların çamurlu ve kumlu zeminlerinde yayılış gösterirler. Zeminden emdiği çamurlarda bulunan omurgasızları süzerek beslenirler. Yem konusunda seçici değildirler ve ne bulurlarsa yerler. Bu nedenle Ankara çamur balığı veya çöpçü balığı olarak bilinir. Üremeleri Mayıs-haziranda gerçekleşir (Fishbase, url-1). Kuyruğu çatallı olup 6-9 cm kadar büyüyebilir. Habitatlarındaki çeşitli ekolojik faktörlerin ve değişken olan çevre şartlarının tehdidi altında olan bu tür korunması zaruri olan tür görünümündedir (Yazıcıoğlu & Yazıcı, 2016).



Şekil 2. *Oxynoemacheilus angorae* (Orijinal).
Figure 2. *Oxynoemacheilus angorae* (Original).

Örnekleme işlemleri ve laboratuvar süreçleri:

Balık örnekleri göle su girişi olan akarsu ağızlarından aylık olarak alınmıştır. Örnekleme sırasında 12 volt DC 5 amperlik Samus marka 725 MP ve PWM2 model elektroşoker ve kepçe kullanılmıştır. Gazi Eğitim Fakültesinde laboratuvara getirilen her örneğin toplam ağırlığı (W, g) standart, çatal ve total boyu (L, mm) ölçülerek kaydedilmiştir. Ölçümleri yapılan örnekler ventralden açılarak karın iç bölgeleri makroskopik olarak incelenmiş, gonadlarından her örneğin eşeyi belirlenmiştir.

Veri hesaplamaları: Toplam ağırlık ve total boy arasındaki fonksiyonel ilişki, ortalama büyüme eğrisinde gösterilerek $W = a \times L^b$ formülü ile hesaplanmıştır (Bagenal ve Tesch, 1978). Formüldeki a değeri balığın ortalama kondisyon faktörünü gösteren katsayı, b değeri ise balığın büyüme tipini ifade ettiği bildirilmektedir (Ricker, 1975). Kondisyon faktörü hesaplanırken de $K = W/L^3 \times 100$ formülü kullanılmıştır (Williams, 2000). Kondisyon faktörü, bir balığın iyi olma durumunu ya da nispi beslilik derecesini gösteren bir parametredir. Kondisyon faktöründeki değişimler eşeyssel olgunluk durumunu ve beslenme rejimini yansıtır (Le Cren, 1951). Boy-boy ilişkileri doğrusal regresyon modeli kullanılarak hesaplanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

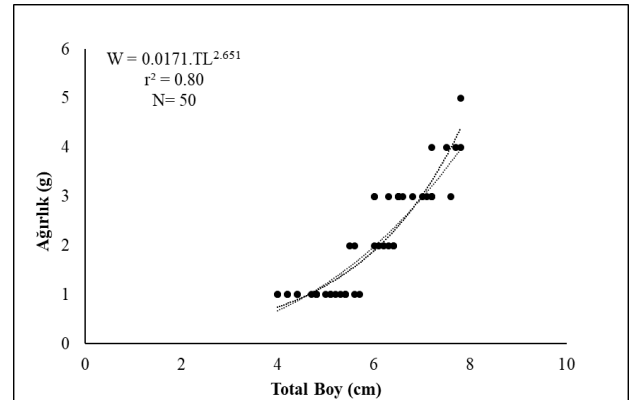
Boy-Ağırlık ilişkisi: *O. angorae* türünün dişi, erkek ve tüm bireylerine ait boy-ağırlık ilişki parametreleri Tablo 1'de sunulmuştur. Dişi, erkek ve tüm bireylerde b değeri sırasıyla 2,567, 2,793 ve 2,651 olarak tespit

edilmiştir. Tüm bireyler için ve eşeylere göre ayrı ayrı hesaplanan b değerleri istatistiksel olarak isometrik büyümenin göstergesi olan 3'ten farklı çıkmamıştır (t-testi, $P > 0,05$) örneklerine ait tüm bireyler kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca popülasyonun boy-ağırlık ilişki eğrisi Şekil 3'te sunulmuştur.

Tablo 1. *O. angorae*'de boy-ağırlık ilişkisi parametreleri.

Eşey	N	Boy-Ağırlık İlişkisi Parametreleri				
		a	b	b'nin % 95 Güven Aralığı	r ²	P
Dişi	26	0,0204	2,567	2,104-3,030	0,84	0,066
Erkek	24	0,0129	2,793	2,123-3,463	0,77	0,530
Tüm Bireyler	50	0,0171	2,651	2,271-3,031	0,80	0,071

Boy-ağırlık ilişkisinde popülasyon özellikleri hakkında bilgi edinmek için hesaplanan b değeri, türün içinde yaşadığı koşullara göre vücut şekline ait bilgi vermektedir. Ayrıca, aynı türe ait farklı akuatik ortamlardaki popülasyonların karşılaştırılmasında da b değerinden yararlanılmaktadır.



Şekil 3. Asartepe Baraj Gölü'ndeki *O. angorae*'nin boy-ağırlık ilişkisi.

Figure 3. Length-weight relationship of *O. angorae* in Asartepe Dam Lake.

Kondisyon faktörü: *O. angorae*'nin kondisyon faktörü değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Dişilerin erkeklere göre daha iyi bir kondisyona sahip oldukları açıkça görülmektedir. Tüm örneklerin kondisyon faktörü değerleri 0,5400-1,5625 arasında değişim göstermiştir.

Tablo 2. *O. angorae*'de kondisyon faktörü parametreleri.

	Kondisyon Faktörü Parametreleri					
	N	Ort.	Min.	Mak.	Se	Ss
Dişi	26	0,9822	0,6351	1,5625	0,0457	0,2332
Erkek	24	0,9280	0,5400	1,5625	0,0536	0,2628
Tüm Bireyle	50	0,9562	0,5400	1,5625	0,0349	0,2468

Boy-boy ilişkileri: Türün boy-boy ilişkisi parametreleri Tablo 3'te sunulmuştur. Farklı boy tipleri arasında oldukça güçlü ilişkiler tespit edilmiştir ($r^2 > 0,86$).

Tablo 3. *O. angorae*'da boy-boy ilişkileri.**Table 3.** Length-length relationships in *O. angorae*.

Eşey	N	Denklemler	a	b	r
Dişi	26	TB= a + bÇB	-0,027	1,0510	0,98
		TB= a + bSB	0,406	1,1165	0,86
		ÇB= a + bSB	0,404	1,0639	0,88
Erkek	24	TB= a + bÇB	0,043	1,0503	0,95
		TB= a + bSB	0,382	1,1148	0,88
		ÇB= a + bSB	0,398	1,0466	0,90
Tüm Bireyler	50	TB= a + bÇB	-0,004	1,0525	0,96
		TB= a + bSB	0,404	1,1137	0,87
		ÇB= a + bSB	0,426	1,0503	0,89

O. angorae türü için farklı habitatlarda yapılan çalışmalarda Yazıcıoğlu & Yazıcı (2016) Kılıçözü Deresi'nde kondisyon faktörü değerini 0,86, Birecikliğin vd., (2016) Kızılırmak Nehri Havzası'nda ise 0,79 olarak bildirmişlerdir. Her iki çalışma alanı için rapor edilen kondisyon faktörü, bu çalışmada belirlenen kondisyon faktörü ile oldukça yakın değerlerdedir. Asartepe Baraj Gölü *O. angorae* popülasyonu ile yapılan bu çalışmadan elde edilen veriler ile farklı habitatlardan aynı tür ile ilgili rapor edilen veriler tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Farklı lokalitelerdeki *O. angorae*'nin popülasyon parametreleri.**Table 4.** Population parameters of *O. angorae* in different localities.

Tür	Yer	N	a	b	r ²	Referans
<i>O. angorae</i>	Asartepe	50	0,0171	2,650	0,804	Bu çalışma
<i>O. angorae</i>	Kılıçözü Çayı	103	0,0098	2,929	0,963	Yazıcıoğlu & Yazıcı, 2016
<i>O. angorae</i>	Kızılırmak	127	0,0080	3,102	0,94	Birecikliğin vd., 2016
<i>O. angorae</i>	Sögütözü Deresi	24	0,0062	3,228	0,992	Erkakan vd., 2014
<i>O. angorae</i>	Balıklı çayı	30	0,0060	3,237	0,882	Gaygusuz vd., 2017

Tablo 4'te verilen farklı ekosistemlere ait a ve b parametrelerine bakıldığında en küçük b değeri ile en yüksek a değerinin bu çalışmaya ait olduğu görülmektedir. Bu durumun, Asartepe Baraj Gölü'nün coğrafik özellikleri, ekolojik ve çevre şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bölgede karasal iklimin sert geçmesi ile beslenme mevsiminin kısılması, faunada tür çeşitliliğinin fazla olması, karnivor ve istilacı türlerin bulunması a ve b parametreleri üzerinde etkili olabileceği söylenebilir. Farklı sucul alanlarda büyüme şekli ve b değerlerindeki farklılıklar, ekosistemlerin farklı fiziko-kimyasal parametreleri, flora ve fauna bileşimleri dahil bir veya daha fazla faktöre bağlanabilir. Örnekleme tasarımları, örnekleme özellikleri ve türlerin karakterleri (cinsiyet, uzunluk aralığı, diyet, parazitler) bu parametreleri değiştirebilir. Asartepe Baraj Gölü'ne ait parametrelere en yakın olan değer, Kılıçözü Çayı için rapor edilen değer olduğu söylenebilir (Yazıcıoğlu & Yazıcı, 2016). En yüksek b değeri ise Balıklı Çayı için rapor edilen değerdir. Bu çalışmada yer alan uzunluk-ağırlık ilişkileri, tüm bireylerin boy ve ağırlıkları arasındaki uyum indeksinin yüksek olduğunu göstermektedir ($r^2 > 0,80$). Diğer çalışmalarda da benzer sonuçların olduğu bildirilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, *Oxynoemacheilus angorae*'de bazı biyolojik parametrelerinin aynı cinsteki diğer türlerden çok farklı olmadığı görülmüştür. Asartepe Baraj Gölü'nde yaşayan bu türe ait boy-ağırlık ilişkisinde izometrik bir büyüme tespit edilmiştir. Türün kondisyon faktörü değerleri, aynı cinsten diğer türler için bildirilen değerlerle örtüşmeye yakın olacak şekilde tespit edilmiştir.

Uygun yaşam alanlarının yok olacak şekilde tahrip edilmesi sebebiyle tür tehdit altındadır. Bu nedenle mutlaka birtakım çalışmalar yapılarak türün koruma altına alınması gerekir. Yakalanan örneklerin popülasyonu tam olarak yansıtmayacak özellikte olmadığı ölçümlerden anlaşılmaktadır. Yaşları farklı olmasına rağmen uzunluk ve ağırlıkları birbirine çok yakındır. Asartepe Baraj Gölü'nde yaşayan *O. angorae* için boy- ağırlık ilişkisi, boy-boy ilişkisi ve kondisyon faktörü verileri bu çalışma ile ilk kez rapor edilmiştir. Ayrıca, gölün giriş çıkışında, daha çok bitki örtüsünün yoğun olduğu ve oldukça yavaş akan sulara bu türe ait bireyler gözlenmiştir. Bu da türün baraj gölündeki ilk su kaynak bölgelerine daha iyi adapte olduğunu göstermektedir. Bu bulgular *O. angorae* biyoeolojine önemli katkılar sağlayarak bilgileri zenginleştirir. Tehlike altında bulunan türler için, özellikle koruma uygulamaları ve üreme biyolojisi hakkında daha fazla çalışma yapılması türün korunması açısından çok uygun olacaktır. Bu çalışma, Asartepe Baraj Gölü'nde varlığı belirlenen (Saylar vd., 2018) *O. angorae* üzerinde yapılan ilk çalışmadır. Bundan sonra yapılacak araştırmalara kaynak teşkil edecek olması bakımından önemlidir.

KAYNAKLAR

- Aksu, S., Başkurt, S. & Emiroğlu, Ö. (2019). Sakarya Nehrinin Kolu Olan Seydisuyunda Yayılış Gösteren *Gobio sakaryaensis* Turan, Ekmekçi, Luskova & Mendel, 2012'nin Bazı Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması. *International Journal of Applied Biology and Environmental Science*, 1(1), 25-28.
- Avşar, D. (1998). *Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği*. Ders Kitabı No: 5. Baki Kitap ve Yayınevi. Adana. 303s.
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. (1978). *Age and growth*. In: *Bagenal TB*. (Ed.): *Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters*. Oxford: UK. Blackwell Scientific Publications. 101-136 pp.
- Başusta, A. & Yenişol, S. (2016). Atatürk Barajı Gerger Bölgesi Balık Faunasının Taksonomik Yönden

- İncelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **28**(2), 43-50.
- Beyer, J.E. (1987).** On length-weight relationships. Part I: Computing the mean weight of the Fish of a given length class. *Fishbyte*, **5**, 11-13.
- Bilgin, S. & Solak, E. (2020).** Weight-Length Relationships (WLRs) of Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), (Clupeiformes: Engraulidae) with the Evaluation of Overfishing Effects on the Slope (b) in the Black Sea (Turkey). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **5**(2), 253-259.
- Birecikligil, S.S., Çiçek, E., Öztürk, S., Seçer, B. & Celepoğlu, Y., (2016).** Length-length, length-weight relationship and condition factor of fishes in Nevşehir Province, Kızılırmak River Basin (Turkey). *Acta Biologica Turcica*, **29**, 72-77.
- Çiçek, E., Eagder, S. & Sungur, S. (2019).** *Oxynoemacheilus phoxinoides* (Erk'akan, Nalbant & Özeren, 2007): A junior synonym of *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) *FishTaxa*, **4**(1), 13-17.
- Erk'akan, F., Innal, D. & Özdemir, F. (2014).** Length-weight relationships for some endemic stone and spine loach species in Anatolia. *Journal of Applied Ichthyology*, **30**, 244-245.
- URL. (2018).** Fishbase. <https://www.fishbase.de/summary/25993>, Kasım, 2018.
- Freyhof, J., Erk'akan, F., Özeren, C. & Perdices A. (2011).** An overview of the western Palaearctic loach genus *Oxynoemacheilus* (Teleostei: Nemacheilidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, **22**(4), 301-312.
- Froese, R. & Pauly, D. (2019).** FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2019).
- Froese, R. (2006).** Cube law, condition factor and weightlength relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, **22**, 241-253.
- Gaffaroğlu, M., Ünal, S. & Karasu Ayata, M. (2014).** *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) (Teleostei: Nemacheilidae)'nin Karyotip Özellikleri. 22. *Ulusal Biyoloji Kongresi*. Eskişehir, 23-27 June 2014. ESOĞÜ, 1342.
- Gaygusuz, Ö., Aydın, H., Emiroğlu, Ö., Top, N., Dorak, Z., Gürsoy Gaygusuz, Ç., Başkurt, S. & Tarkan, A.S. (2012).** Length-weight relationships of freshwater fishes from the western part of Anatolia, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, **29**, 285-287.
- Gaygusuz, Ö., Gaygusuz, Ç.G. & Dorak, Z. (2017).** Darlık Deresi ve Kollarının (Şile-İstanbul) Balık Türü Çeşitliliği. *Turkish Journal of Bioscience and Collections. Research Article*, **1**(1), 29-37.
- İlhan, A. & İlhan, D. (2018).** Marmara Gölü (Manisa) ve Homa Lagünü (İzmir)'nden Yakalanan Gümüş Balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810)'nın Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyonu. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **8**(1), 25-34.
- Jobling, M. (2002).** *Environmental Factors and Rates of Development and Growth*. Ln: Han book of fish and fisheries, VOL 1. (Hart, P. J B., Reynolds, J. D., Ed), Blackwell, London, 96-122pp.
- Koutrakis, E.T. & Tsikliras, A.C., (2003).** Length-weight relationships of fishes from three Northern Aegean Eustuarine Systems(Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, **19**, 258-260.
- Le Cren, C.D. (1951).** The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, **20**, 201-219.
- O'Reilly, K.M. & Horn, M.H. (2004).** Phenotypic variation among populations of *Atherinops affinis* (Atherinopsidae) with insights from a geometric morphometric analysis. *Journal of Fish Biology*, **64**(4), 1117-1135.
- Oscoz, J., Campos, F. & Escala, M.C. (2005).** Weight-length relationships of some fish species of the Iberian Peninsula. *Journal of Applied Ichthyology*, **21**(1), 73-74.
- Özuluğ, M. & Saç, G. (2019).** İstanbul İli (Türkiye) Tatlısu Balık Faunası. *Turkish Journal of Bioscience and Collections*, **3**(1), 29-37.
- Ricker, W.E. (1975).** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, **191**, 382.
- Saylar, Ö. (2009).** Kabalar Göleti (Taşköprü/Kastamonu, Türkiye)'nde Yaşayan Yayın Balığı (*Silurus glanis* L., 1758)'nin Çeşitli Kemiksi Oluşumları Kullanılarak Yaşının Belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, **1**(7), 659-6.
- Saylar, Ö., Gül, G., Yılmaz, M. & Gül, A. (2018).** Asartepe Baraj Gölü (Ankara) Balık Faunası. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, **4**(2), 90-97.
- Saylar, Ö., Gül, G., Yılmaz, M. & Gül, A. (2019).** Asartepe Baraj Gölü'ndeki *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nin Bazı Popülasyon Dinamiği Parametreleri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **8**(1), 14-25.

- Şahin, C., Kasapoğlu, N., Gözler, A. M., Kalaycı, F., Hacımurtazaoğlu, N. & Mutlu, C. (2009).** Age, growth, and gonadosomatic index (GSI) of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) in the Eastern Black Sea. *Turkish J. Zool.* **33**, 157-167.
- Tesch, F.W. (1971).** *Age and growth.* In: W.E. Ricker (Ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters.* Blackwell Scientific Publications, Oxford, 98-130pp.
- Williams, J.E. (2000).** *The coefficient of condition of fish.* In: *Manual of Fisheries Survey Methods II.*
- Yazıcı, R., Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O. & Polat, N. (2015).** Population structure and growth of rudd *Scardinius erythrophthalmus* (L., 1758) from a eutrophic lake in northern Anatolia. *Croatian Journal of Fisheries.*, **73**(3), 94-102.
- Yazıcıoğlu, O. & Yazıcı, R. (2016).** The Length-Weight, Length-Length Relationship and Condition Factor of Angora Loach, *Oxynoemacheilus angorae* (Steindachner, 1897) Inhabiting Kılıçözü Stream in Kızılırmak River Basin (Central Anatolia-Turkey). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, **4**(12), 1165-1168.
- Yazıcıoğlu, O., Yılmaz, S., Yazıcı, R. & Polat, N. (2013).** Condition Factor, Length-Weight and Length-Length Relationships of Prussian Carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) Inhabiting Lake Ladik, Samsun, Turkey. *The Black Sea Journal of Sciences.*, **3**(9),72-80.
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Yazıcı, R., & Polat, N. (2015).** Age, growth and reproductive period of White bream, *Blicca bjoerkna* (L., 1758) in Lake Ladik, Turkey. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, **1**(1),9-18.
- Yüngül, M., Gökhan, H.B. & Dörücü, M. (2019).** Gölova Baraj Gölü (Sivas)'nde Yaşayan Pullu Sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'m Bazı Büyüme Özellikleri ve Et Veriminin İncelenmesi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, **5**(1),13-30.



Karadeniz Kıyılarında Avlanan Dil Balığı (*Pegusa lascaris*)'nın Besin Bileşiminin ve Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Hünkar Avni DUYAR^{1*} Süleyman ÖZDEMİR¹ Barış BAYRAKLI²

¹Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 57000, Aklıman-Sinop

²Sinop Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Programı, 57000, Osmaniye-Sinop

Geliş/Received: 10.11.2020

Kabul/Accepted: 18.12.2020

Atıf yapmak için: Duyar, H.A., Özdemir, S. & Bayraklı, B. (2020). Karadeniz Kıyılarında Avlanan Dil Balığı (*Pegusa lascaris*)'nın Besin Bileşiminin ve Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 717-724.

How to cite: Duyar, H.A., Özdemir, S. & Bayraklı, B. (2020). The Determination of Proximate Composition and Some Biologic Characteristics of Flatfish (*Pegusa lascaris*) captured in the Black Sea Coasts. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 717-724.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-2560-5407>

ID: <https://orcid.org/0000-0002-2247-0703>

ID: <https://orcid.org/0000-0002-1812-3266>

***Sorumlu yazarın:**

Hünkar Avni DUYAR
Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su
Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi
Bölümü, 57000, Aklıman-Sinop
✉: had052@gmail.com
Cep telefonu : +90 (541) 675 04 32

Öz: Bu çalışmada Karadeniz kıyılarında hedef dışı tür olarak avlanan dil balığı (*Pegusa lascaris*)'nin besin kompozisyonu ve bazı biyolojik özellikleri belirlenmiştir. Araştırma 01 Ekim 2019 ve 30 Eylül 2020 tarihleri arasında Sinop ili kıyılarında yürütülmüştür. Dil balıkları bölgede uzatma ağları ve algarna ile avcılık yapan balıkçı gemilerinden elde edilmiştir. Yakalanan dil balıklarının ortalama boyları $15,07 \pm 0,006$ cm ve ortalama ağırlıkları $31,47 \pm 0,521$ g olarak tespit edilmiştir. Dil balığının boy ağırlık ilişkisi $W=0,0056L^{3,1611}$ olarak hesaplanırken, türün büyümesinin pozitif (+) allometrik olduğu saptanmıştır. Balığın % ham protein, ham yağ, ham kül, nem, karbonhidrat ve enerji (kcal/100g) değerleri sırasıyla $16,901 \pm 0,038$, $0,979 \pm 0,055$, $1,287 \pm 0,027$, $79,637 \pm 0,192$, $1,196 \pm 4,628$ ve $108,845 \pm 0,3233$ olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Boy-ağırlık ilişkisi, besin bileşimi, dil balığı, Karadeniz, *Pegusa lascaris*.

The Determination of Proximate Composition and Some Biologic Characteristics of Flatfish (*Pegusa lascaris*) captured in the Black Sea Coasts

Abstract: In this study, some biological characteristics and proximate composition of flatfish (*Pegusa lascaris*), which is caught as a non-target species on the Black Sea coast, have been determined. The study was conducted between 01 October 2019 and 30 September 2020 on the coasts of Sinop province. Flatfish were obtained from fishing vessels engaged in fishing with set nets and dredge (algarna). Average length and average weight of caught flatfish was determined as 15.07 ± 0.006 cm and 31.47 ± 0.521 g respectively. The length-weight relationship of the flatfish was calculated as $W=0.0056L^{3.1611}$, while the growth of the species was found to be positive allometric. Raw protein, raw lipid, raw ash, moisture, carbohydrate and energy values of fish were determined $16.901 \pm 0.038\%$, $0.979 \pm 0.055\%$, $1.287 \pm 0.027\%$, $79.637 \pm 0.192\%$, $1.196 \pm 0.078\%$ and 108.845 ± 0.3233 kcal/100g respectively.

Keywords: Black Sea, Flatfish, length-weight relationships, *Pegusa lascaris*, proximate composition.

GİRİŞ

Karadeniz pelajik balık türlerinin en fazla avlandığı ve avcılık üretimine yaptığı %80 lik katkı ile önemli bir denizimizdir (TUİK, 2019). Karadeniz'de başta hamsi olmak üzere palamut, istavrit, lüfer ve tirsi gibi taze besin olarak tüketime sunulan türler yanında, gıda olarak

tüketilmeyen ancak balık-unu yağı sanayi için ciddi bir hammadde kaynağı olan çaça avcılığı dikkati çekmektedir (Bayraklı vd., 2019). Bu türler çoğunlukla trol ve gırgır gibi büyük ölçekli, endüstriyel av araçları ile avlanırken, özellikle palamut, lüfer, istavrit, tirsi, gibi pelajik türlerin

avcılığı kıyı balıkçılığında kullanılan uzatma ağları ile de yapılabilmektedir (Özdemir & Erdem, 2007; Balık, 2020a).

Karadeniz’de kıyı balıkçılığında en yoğun kullanılan av araçları arasında dip uzatma ağları yer almaktadır. Bu av araçları ile barbunya ve mezgit balıkları yanında zaman zaman semi pelajik seviyede bazı türlerin de yakalandığı görülmektedir. Bahsedilen bu balıklar bölge balıkçısının hedef türü konumunda yer alırken, birçok balık ve eklembacaklı türünün de hedef dışı av olarak uzatma ağları ile yakalandığı tespit edilmiştir (Kasapoğlu ve Düzgüneş, 2013; Özdemir vd., 2017). Bu hedef dışı türlerin başında yengeçler yer alırken iskorpit, gelincik balığı, kaya balıkları, tiryaki balığı ve dil balıkları en fazla yakalanan hedef dışı türler olarak dikkati çekmektedir (Özdemir vd., 2003; Kalaycı & Yeşilçiçek, 2014; Özdemir & Erdem, 2019). Özellikle Karadeniz’de geçmiş yıllarda ıskarta balık konumunda yer alan ve ekonomik değeri olmayan iskorpit balığının büyük bireyleri bugün ekonomik tür konumuna gelmiş, pazar payını her geçen gün artırırken türün avcılığı için özel ağlar donatılarak avcılığına başlanmıştır.

Demersal özellikte olan dil balıkları Ege ve Akdeniz bölgelerinde avcılığı oldukça yaygın ve değerli bir türdür (Cerim & Ateş, 2016). Ancak Karadeniz’de henüz dil balıklarının avcılığı ve tüketim alışkanlığı üzerine arz-talep dengesi ve bir pazar oluşmamıştır. Dil balığı türleri Karadeniz’de uzatma ağları dışında özellikle sahil bölgelerinde deniz salyangozu avcılığında kullanılan algarna ağlarına da hedef dışı tür olarak girmektedir (Özdemir vd., 2014). Karadeniz için gelecekte iskorpit balığına benzer şekilde ekonomik bir çizgide yer alabileceği düşünülen dil balıkları ile ilgili hem su ürünleri avlama teknolojisi hem de su ürünleri işleme teknolojisi üzerine kapsamlı araştırmalar mevcut değildir. Karadeniz’de avlanan birçok hedef dışı tür üzerine yapılan çalışmaların sayısı artış göstermesine rağmen dil balığı türleri (*Solea solea* ve *Pegusa lascaris*) üzerine yapılan çalışma sayısı oldukça yetersizdir (Kalaycı & Yeşilçiçek, 2012; Yeşilçiçek vd., 2015).

İklim değişikliği ve küresel ısınma gibi nedenler Karadeniz ekosisteminde değişimlere neden olmaktadır. Buna bağlı olarak Karadeniz’e yeni türlerin girişi ve bu türlerin baskın konuma geçmeleri ile birlikte artan kirlilik ve av baskısı da eklendiğinde ortamdaki bazı türlerin stoklarının azalması hatta yok olma noktasına gelmesi beklenen bir durumdur (Bat vd., 2007; Oğuz, 2016).

Kirlilik, aşırı av baskısı, iklim değişikliği gibi çeşitli nedenlerle azalan balık stokları ve tür çeşitliliği nedeniyle dil balıkları Karadeniz için önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle tür üzerine detaylı araştırmaların yapılması yanında şimdiden balıkçılık yönetimine ve işleme teknolojisine yön verecek bilgilere ulaşılması gerekmektedir.

Karadeniz’de gerek su ürünleri sanayisi gerekse insan tüketimi için kullanılan ekonomik balıkların işleme teknolojileri ve kaliteleri üzerine çok sayıda araştırma

mevcuttur (Duyar vd., 2012; Duyar vd., 2013; Çağlak vd., 2016; Tokur & Aksun, 2018; Bayraklı & Duyar, 2019a; Bayraklı & Duyar, 2019b). Ancak son yıllarda ıskarta ve by-catch durumundan hedef tür konumuna geçen ve geçmesi muhtemel balıklar üzerine araştırmalar oldukça az seviyededir. Bu türlerden dikkat çekici olanları başta iskorpit olmak üzere, kaya balıkları ve dil balıklarıdır.

Yapılan bu araştırmada Karadeniz kıyı balıkçılığında kullanılan dip uzatma ağları ve algarna ile hedef dışı tür olarak avlanan *Pegusa lascaris* türü dil balığının avlama teknolojisi yönünden bazı biyolojik özellikleri ile insan tüketimi ve işleme teknolojisi yönünden besin bileşiminin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Karadeniz’in Sinop ve Samsun ili kıyılarında 01 Ekim 2019-30 Eylül 2020 tarihleri arasında yürütülmüştür. Dil balıkları bölgede sade ve fanyalı olmak üzere uzatma ağları ve algarna ile avcılık yapan kıyı balıkçıları ile denize çıkılarak elde edilmiştir. Bölgede kullanılan uzatma ağlarının ağ göz açıklıkları 30, 32, 36, 40 mm arasında değişmekle birlikte algarna ağlarının torba göz açıklığı 72 mm dir.

Avlanan dil balıklarından toplam boy 1 mm hassasiyetle cm olarak, toplam ağırlık 0,01 g hassasiyetle g olarak ölçülürken balıkların cinsiyetleri (dişi ve erkek) makroskopik olarak tespit edilmiştir. Boy ve ağırlık ölçümlerinden türün boy kompozisyonu, boy-ağırlık ilişkisi parametreleri hesaplanmıştır.

Hesaplama, Ricker (1973) ve Pauly (1984) tarafından önerilen $W=aL^b$ formülünden yararlanılmıştır.

Formülde;

L=Balığın toplam boyunu,

W=Balığın ağırlığını,

a ve b regresyon katsayılarını ifade etmektedir.

Bu değerler aynı zamanda balığın kondisyonunu (a) ve tıknazlık durumunu (b) gösteren parametrelerdir.

Balığın içine bulunduğu faktörlere bağlı olarak “b” değerinin 3’e eşit yani izometrik olması, 3 den büyük pozitif (+) allometrik veya 3 den küçük negatif (-) allometrik olmasının önem kontrolünde student “t” testi uygulanmıştır.

Avlanan dil balıkları buzlu strafor kutularda laboratuvara getirilmiş, her örneklemeden grubu temsil edecek şekilde dil balıkları ayrılmış ve türün besin kompozisyonu analizleri yapılmıştır. Besin bileşimi analizlerinden ham protein Kjeldahl metoduna (AOAC-981.10, 1998), ham yağ analizi Bligh ve Dyer (1959), nem Ludorf ve Meyer (1973), ham kül tayini ise (AOAC-935.47, 1998) referans alınarak tespit edilmiştir. Karbonhidrat analizi ve enerji hesapları Merrill ve Watt (1973)’ e göre yapılmıştır.

Hamsi balığının mevsimsel olarak besin bileşimleri arasındaki farkın istatistiksel yönden kontrol edilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde Microsoft Office 2019 Excell ile istatistiksel testlerin analizlerinde Minitab 17.0 paket programından faydalanılmıştır.

BULGULAR

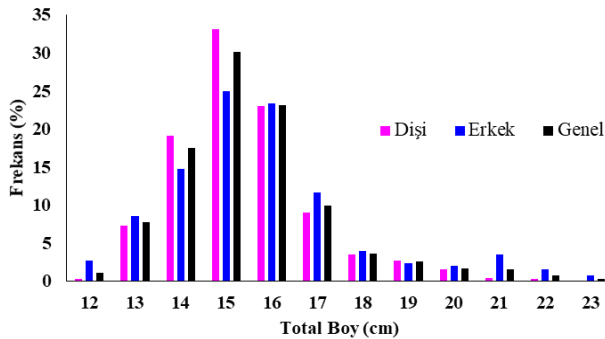
Araştırma süresince uzatma ağları ve algarna ile toplam 22,439 kg dil balığı avlanmıştır. Boy ve ağırlık verisi alınan 713 adet balığın %63 ünü dişi balıklar oluştururken, %37 si erkek bireylerden oluşmaktadır. Balıkların genel olarak ortalama boyları $15,07 \pm 0,006$ cm olarak belirlenirken, dişi bireyler için ortalama boy $14,96 \pm 0,007$ cm, erkek bireyler için ortalama boy $15,28 \pm 0,009$ cm olarak hesaplanmıştır. Dişi balıkların ortalama ağırlıkları $30,17 \pm 0,544$ g, erkek balıkların ortalama ağırlıkları ise $33,76 \pm 1,092$ g olarak saptanmıştır. Balıkların boy ve ağırlık değerlerine ilişkin veriler Tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. Dil balığı (*Pegusa lascaris*)'nin boy ve ağırlık değerlerine ilişkin veriler.

Table 1. Data on length and weight values of sole fish (*Pegusa lascaris*).

Parametreler	Dişi (♀)	Erkek (♂)	Genel (♀+♂)	
Boy (cm)	Maksimum	21,2	22,5	22,5
	Minimum	11,1	11,2	11,1
	Ortalama	$14,96 \pm 0,007$	$15,28 \pm 0,009$	$15,07 \pm 0,006$
Ağırlık (g)	Maksimum	93,7	108,7	108,7
	Minimum	11,8	13,8	11,8
	Ortalama	$30,17 \pm 0,544$	$33,76 \pm 1,092$	$31,47 \pm 0,521$

Dil balığının boy kompozisyonuna bakıldığında genel, dişi ve erkek olarak en fazla bireyin 15 cm boy sınıfında avlandığı belirlenmiştir. Dişi balıkların 12 cm ve 22 cm lik boy sınıfında 1 adet ile en az avlandığı, erkek balıkların ise 2 adet ile 23 cm lik boy sınıfında en az avlandığı tespit edilmiştir. Balıkların boy frekans dağılım grafiği detaylı olarak Şekil 1. de gösterilmektedir.

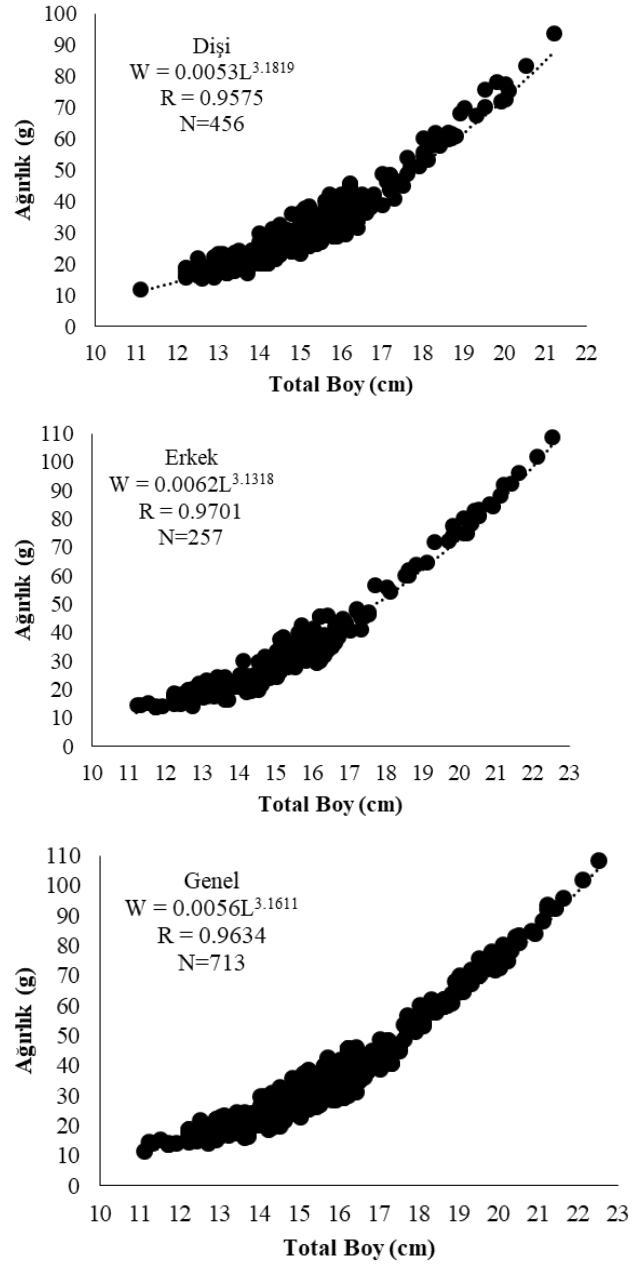


Şekil 1. Dil balığı (*Pegusa lascaris*)'nin boy frekans dağılımı.

Figure 1. Length frequency distribution of sole fish (*Pegusa lascaris*).

Boy ve ağırlık verisi alınan 456 adet dişi, 257 adet erkek ve toplam 713 adet *Pegusa lascaris* türü dil balığının

boy-ağırlık ilişkisi denklemleri sırasıyla $W=0,0053L^{3,1819}$, $W=0,0062L^{3,1318}$ ve $W=0,0056L^{3,1611}$ şeklinde hesaplanmıştır. Türün boy-ağırlık ilişkisi grafikleri Şekil 2. de gösterilmektedir.



Şekil 2. *Pegusa lascaris* türüne ait boy-ağırlık ilişkisi grafikleri.
Figure 2. Length-weight relationship graphics of *Pegusa lascaris* species.

Araştırmada elde edilen boy ağırlık ilişkisi parametrelerinde "b" değeri dişiler için 3,1819, erkekler için 3,1318 ve genel için 3,1611 olarak tespit edilmiştir. Balığın içinde bulunduğu koşullara göre büyümesini gösteren b değerleri dikkate alındığında dişi, erkek ve genel olmak üzere türün büyümesinin pozitif (+) allometrik ($b > 3$) olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Boy-ağırlık ilişkisi denkleminin diğer bir parametresi olan "a" değeri ise sırasıyla 0,0053, 0,0062 ve 0,0056 olarak saptanmıştır. *Pegusa lascaris*

türünün boy-ağırlık ilişkisinin diğer parametreleri Tablo 2 de gösterilmiştir.

Tablo 2. Dil balığı (*Pegusa lascaris*)'nın boy-ağırlık ilişkisi parametreleri.

Table 2. Length-weight relationship parameters of sole fish (*Pegusa lascaris*).

Parametreler	Dişi (♀)	Erkek (♂)	Genel (♀&♂)
N	456	257	713
a	0,0053	0,0062	0,0056
a % 95 güven aralığı	0,0042-0,0067	0,0048-0,0081	0,0047-0,0067
b	3,1819	3,1318	3,1611
b (Stdh)	0,0449	0,0491	0,0331
b % 95 güven aralığı	3,0935-3,2703	3,0351-3,2286	3,0962-3,2652
R	0,9575	0,9701	0,9634
Büyüme	+ Allometrik	+ Allometrik	+ Allometrik
P değeri	0,05<	0,05<	0,05<

Dil balığının besin bileşimlerinden ham protein değeri %16,901±0,038, ham yağ değeri %0,979±0,055, ham kül değeri %1,287±0,027, nem değeri %79,637±0,192, karbonhidrat değeri 5,666±4,628 ve enerji değeri 100,691±8,159 kcal/100g olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Dil balığı (*Pegusa lascaris*)'nın besin bileşimleri.

Table 3. Nutritional composition of sole fish (*Pegusa lascaris*).

Cinsiyet	Parametreler	Değerler
♂+♀	Ham Protein (%)	16,901±0,038
♂+♀	Ham Yağ (%)	0,979±0,055
♂+♀	Ham Kül (%)	1,287±0,027
♂+♀	Nem (%)	79,637±0,192
♂+♀	Karbonhidrat (%)	1,196±0,078
♂+♀	Enerji (Kcal/100g)	108,845±0,3233

TARTIŞMA VE SONUÇ

Karadeniz'de birçok ekonomik balık türü üzerine yapılan balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği araştırması mevcuttur. Bu türlerden Karadeniz'de yoğun olarak avlanan pelajik balıklardan hamsi başta olmak üzere demersal türlerden mezgit ve barbunya ön plana çıkmaktadır (Samsun vd., 2004; Erdem vd., 2008; Özdemir vd., 2018). Karadeniz'de küçük ve büyük ölçekli balıkçılıkta hedef dışı türlerin avcılığı üzerine ise araştırma sayısı oldukça azdır. Son yıllarda hedef dışı avcılık ve yakalanan türler üzerine

araştırmalar yoğunluk kazanmaya başlamıştır (Kasapoğlu & Düzgüneş, 2013; Şahin vd., 2015; Özdemir vd., 2017; Balık, 2020b).

Kıyı balıkçılığının hedef dışı türlerini başta iskorpit olmak üzere, çeşitli eklembacaklılar, tiryaki balığı, gelincik balığı, kaya balıkları ve dil balıklarını sıralayabiliriz. Bu türler içerisinde Karadeniz'de daha önceleri önemsiz olan ve ıskarta durumundaki iskorpit balığı, bugün oldukça ekonomik ve hedef tür konumuna gelmiştir. Bununla birlikte kaya balıklarının iri bireyleri de bazen pazarda kendine yer bulmaktadır. Dil balıkları için bugün hedef tür ve ekonomik değer noktasında herhangi bir değişim söz konusu değildir. Halen dil balıkları kıyı balıkçılığının hedef dışı türü ve ıskarta olarak dikkati çekmektedir. Karadeniz'deki birçok balık stoğunun küçülmesi, balık tür sayısının azalması, mersin balıkları ve kalkan balığı gibi bazı türlerin neslinin tehlikeye girmesi nedeniyle önemsiz ve ıskarta durumundaki birçok balığın yakın gelecekte değer kazanarak hedef tür olması beklenmektedir. Bu türlerden Ege ve Akdeniz için oldukça önemli olan dil balıklarının ilk sırada yer alması oldukça yüksek bir ihtimaldir.

Karadeniz'de dil balıklarından *Solea solea* türü üzerine yapılan çalışmalar boy-ağırlık ilişkisi ve uzatma ağlarındaki seçicilikleri üzerinedir. Karadeniz'de *Pegusa lascaris* türü üzerine yapılan detaylı tek çalışma ise Büyükdeveci (2019) aittir. Çalışmada türün boy kompozisyonu, boy-ağırlık ilişkisi ve uzatma ağlarındaki boy seçiciliği bilgileri yer almaktadır.

Tür üzerine yapılan çalışmalar Akdeniz'de yoğunluk kazanırken, yapılan araştırma sonuçlarında *Pegusa lascaris* türü için b değerleri 3 den büyük tespit edilmiştir. Mendes vd. (2004), tür için büyümeyi izometrik olarak belirlerken yapılan diğer çalışma sonuçlarında büyüme pozitif allometrik olarak saptanmıştır ve bu araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Tür için hesaplanan "a" değerleri biraz farklılık göstermekle birlikte diğer araştırma sonuçları içerisinde yakın değerlerde bulunmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4. *Pegusa lascaris* türü üzerine yapılan boy-ağırlık ilişkisi çalışmalardan elde edilen parametreler.

Table 4. Parameters obtained from length weight relationship studies on *Pegusa lascaris* species.

Araştırmacı	N	Cinsiyet	Lmin-Lmax (cm)	a	b	R	Bölge
Deniel, 1984	375	♀+♂	-	0,0069	3,117	0,78	Atlantik-Brittany Kıyıları
Mendes vd., 2004	22	♀+♂	20,3-33,4	0,0070	3,130	0,82	Atlantik-Póvoado Varzim ve Figueira da Foz Kıyıları
Dulcic & Glamuzina, 2006	15	♀+♂	9,8-30,6	0,0082	3,110	0,97	Akdeniz-Adriyatik Kıyıları
Veiga vd., 2009	140	♀+♂	3,3-24,2	0,0068	3,200	0,99	Atlantik-Algarve Kıyıları
Tsagarakis vd., 2015	93	♀+♂	10,4-22,4	0,0024	3,430	0,95	Karadeniz Kıyıları (Türkiye)
Büyükdeveci, 2019	558	♀+♂	11,1-21,2	0,0049	3,212	0,95	Karadeniz Kıyıları (Türkiye)
Adamidou vd., 2020	110	♀+♂	13,8-26,2	0,0027	3,484	0,96	Kuzey Ege Denizi
	456	♀	11,1-22,2	0,0053	3,1919	0,96	
	257	♂	11,2-22,5	0,0062	3,1381	0,97	
Bu Çalışma, 2020	713	♀+♂	11,1-22,5	0,0056	3,1611	0,96	Karadeniz Kıyıları (Türkiye)

Karadeniz'de kullanılan uzatma ağlarının ağ göz açıklıkları son yıllarda oldukça küçülmüştür. Yakın geçmişte azalan bir ivme ile 44 mm, 40 mm, 36 mm ve 32 mm göz açıklığında kullanılan uzatma ağlarının ağ göz

açıklıklarının bugün 30 mm hatta 28 mm sınırına kadar indiğini söylemek mümkündür. Bu durum ister hedef tür isterse hedef dışı tür olsun birçok balığın küçük boyda ağlara yakalanmasına neden olmaktadır. Balık stoklarının

sürdürülebilirliği ve uzatma ağlarındaki ıskarta sorunun çözümü için bu av araçlarında minimum göz açıklığı uygulamasının mutlaka gündeme alınması gerekmektedir. Karadeniz’de kullanılan uzatma ağlarına 3/1 numaralı tebliğde belirtilen ancak 4/1 numaralı ve 5/1 numaralı tebliğde yerini alamayan 36 mm göz açıklığı sınırlaması getirilmesi azalan balık stoklarına ve bölge balıkçılığımıza nefes aldıracak bir uygulama ve tedbir olacaktır.

Sümer vd., (2007) Karadeniz kıyılarında kullanılan 36 mm ve 40 mm ağ göz açıklığına sahip barbunya uzatma ağlarının seçiciliği üzerine yaptıkları araştırmada 40 mm lik ağların seçicilik etkinliğinin yüksek olduğunu ifade etmiştir. Büyükdeveci (2019), Karadeniz’de kullanılan 32 mm, 36 mm ve 40 mm ağ göz açıklığındaki fanyalı uzatma ağlarının hedef türleri olan mezgıt ve barbunya için 36 mm’lik göz açıklığının kullanılması gerektiğini dil balıkları için ise bu göz açıklıklarına sahip ağların seçicilik açısından yeterli olmadığını belirtmiştir.

Deniz ürünleri, insanlar için önemli besin kaynaklarıdır. Proteinler ve protein olmayan azotlu bileşikler, deniz ürünlerinin besin değeri ve duyuşal kalitesinde önemli bir rol oynar. Dünyanın 2018 yılına ait yıllık balık ve deniz omurgasız avı yaklaşık 144 795 880 metrik tondur (FAO, 2020). Bunun çok az bir kısmı gıda kullanımı için işlenmektedir ve geri kalanı genellikle atık olarak atılır. Pek çok balık ve omurgasız türü, istenmeyen tada veya koyu renge sahip olduklarından ve büyük oranda kemik ve deriye sahip küçük boyutta olabildiklerinden, yiyecek olarak nadiren kullanılır.

Dünyada doğal besin kaynakları hızlı bir şekilde azalmakta, insanoğlu yaşamını devam ettirebilmek için alternatif kaynaklar aramaktadır. Bugün insanlığın en önemli problemlerinden biri sağlıklı ve dengeli beslenmedir.

Su ürünleri binlerce yıldır insanlar için önemli bir besin kaynağı olmuştur. Bu ürünler her zaman mükemmel protein değerine sahiptir. Balığın kimyasal yapısı değişiklikler göstermektedir. Bu farklılıkların bilinmesi, söz konusu türlerin beslenme ve ekonomik bakımdan tercihinde önemli rol oynamaktadır. Besin maddesi içerikleri, duyuşal bakımdan et kalitesini etkileyeceği gibi vücut kompozisyonu üzerine de önemli ölçüde katkı sağlarlar. Türe, yaşa, cinsiyete, çevresel faktörlere ve mevsime bağlı olarak değişebilen ana bileşenleri su (%50-85), yağ (%0,1-28) ve protein (%14-25) ile az miktarda karbonhidrattan (%0,3-0,8) ibarettir (Ergül, 1970).

Yapılan bu araştırmada % nem oranı 76,637 bulunmuştur. Balık etinin ana bileşenlerinden birisi, genellikle taze beyaz balık filetosunun ağırlığının yaklaşık %80’ini oluşturan sudur. Yağlı balıkların etinin ortalama su içeriği yaklaşık %70 iken, bazı türlerde bazen bu değerin %90’a çıkabileceği bildirilmekle birlikte dil balıkları

üzerine yapılan bir araştırmada nem değeri %78 olarak saptanmıştır (Murray & Burt, 2001). Pasifik Okyanusunda yakalanan dil balıklarının besin kompozisyonu incelenmiş ve nem miktarı %80,7 ile 84,7 arasında tespit edilmiştir (Krzynowek & Murphy, 1987). Bu sonuçlar yapılan araştırmadaki nem değerleri ile paralellik göstermektedir.

Dil balığı kasında yapılan protein analizi sonucunda ham protein oranının %16,901 olduğu belirlenmiştir. Balık kasındaki protein miktarı genellikle %15 ila %20 arasındadır, ancak bazı türlerde zaman zaman %15’ten düşük veya %28’e kadar yüksek değerlerle karşılaşılabilir. Dil balıkları üzerine yapılan araştırmalarda protein miktarı %18,8 (Murray & Burt, 2001) ve %16,1-19,2 arasında değiştiği (Krzynowek & Murphy, 1987) bildirilmektedir.

Dil balığı kası için yapılan ham yağ analizinde yağ oranının % 0,979 olduğu tespit edilmiştir. Tüm türleri hesaba katarsak, balığın yağ içeriği, su, protein veya mineral içeriğinden çok daha fazla değişebilir. Karşılaştırılan protein veya su içeriğinin en yüksek değerinin en düşük değerine oranı üçe birden fazla olmamakla birlikte, en yüksek ve en düşük yağ değerleri arasındaki oran 300 kata kadar çıkabileceğini ifade etmiş ve dil balığı için yaptıkları araştırmada yağ oranını % 1.8 olarak saptamışlardır (Murray & Burt, 2001). Krzynowek & Murphy (1987) dil balıkları için bu değerin % 0,44 ile 5,6 arasında değiştiğini bildirmektedir.

Shahidi ve Botta, (1994), Kuzey enlemlerindeki balıkları yağ oranlarına göre 4 gruba ayırmıştır. Bunlar yağsız (< % 2), düşük yağlı (%2-4), orta yağlı (%4-8) ve yüksek yağlı (%8-20) balıklardır. Elde edilen veriler ile literatür verileri karşılaştırıldığında sonuçlar dil balığı için verilen yağ değerleri arasında kalmıştır.

Balıklar dengeli bir mineral kaynağıdır. Ham kül büyük ölçüde farklı minerallerden oluştuğundan nadiren yenilebilir kas kısmında %1-2 nin üzerinde olabilir. Yapılan bu araştırmada mineral madde miktarı %1,287 olarak bulunmuştur. Krzynowek ve Murphy (1987), pasifik okyanusunda avlanan dil balıklarının % kül miktarını 1,07-1,46 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bu çalışma sonucu da yapılan çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Beyaz balık kasındaki karbonhidrat miktarı genellikle önemli olamayacak kadar küçüktür. Beyaz balıklarda miktar genellikle yüzde 1’den azdır, ancak bazı yağlı türlerin koyu kaslarında bazen yüzde 2’ye kadar çıkabilir. Bununla birlikte, bazı yumuşakçalar, karbonhidrat glikojenin yüzde 5’ine kadar içerir (Murray & Burt, 2001). Yapılan araştırmada karbonhidrat miktarı %1,196 olarak hesaplanmıştır. Diğer çalışmalarla sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Araştırmada dil balığı için enerji miktarı 108,845 kkal/100g olarak hesaplanmıştır. Bu değer Murray ve Burt

(2001) tarafından dil balıkları için yapılan araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada *Pegusa lascaris* türünün boy-ağırlık ilişkisi parametrelerinden b değeri 3 den büyük olarak belirlenirken balığın büyümesinin pozitif (+) allometrik olduğu saptanmıştır. Ayrıca Karadeniz’de henüz ekonomik olmayan ve yaygın olarak tüketilmeyen dil balığının, yüksek protein ve düşük yağ oranı ile insanların beslenmesinde önemli bir yer tutacağı açıktır. Bu nedenle Karadeniz’deki dil balıkları ile ilgili daha detaylı araştırmaların yapılması ile hem su ürünleri avlama teknolojisine hem de işleme teknolojisine yeni bilgilerin aktarılması gerekmektedir. Yakın gelecekte balıkçılarımız için önemli bir hedef tür, insanımız için ciddi bir besin kaynağı olma potansiyeline sahip dil balıkları üzerine yeni araştırmalar planlamalı ve hayat geçirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Adamidou A., Pardalou, A. & Tsikliras, A.C. (2020).** Length-Weight Relationships of 31 Fish and Invertebrate Species in the Northern Aegean Sea (Eastern Mediterranean Sea). *International Journal of Marine Sciences*, **36**, 303-307.
- AOAC. (1990).** *Official methods of analysis*. In: (K. Helrich, ed.), 15th Edition, Arlington, VA, USA.
- AOAC. (1998).** *Official Methods of Analysis*. 16 th Ed., Chapter 39. (D.L., Soderberg Chapter editor) In: “Official Methods of Analysis of AOAC International” (P. Cunniff Ed.).
- Bligh, E.G. & Dyer, W.J., (1959).** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Phys.*, **37**, 911-917.
- Balık, İ. (2020a).** Effects of depth and season on catch volume of bottom gillnets employed along the Fatsa coasts of the South-eastern Black Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **37**(2), 187-194.
- Balık, İ. (2020b).** Effect of depth and season on catch composition and discard rate in gillnet fishery in the south-eastern coast of the Black Sea. *Acta Aquatica Turcica*, **16**(1), 82-93.
- Bat L., Şahin, F., Satılmış, H.H., Üstün, F., Birinci Özdemir, Z., Kideys, A.E. & Shulman, G.E. (2007).** The changed ecosystem of the Black Sea and its impact on anchovy fisheries. *Journal of FisheriesSciences.com*, **1**(4), 191-227.
- Bayraklı. B. & Duyar, H.A. (2019a).** The Effect of Raw Material Freshness on Fish Oil Quality Produced in Fish Meal and Oil Plant. *Journal of Anatolian Environmental And Animal Sciences*, **4**(3), 473-479. DOI: 10.35229/jaes.636002
- Bayraklı. B. & Duyar, H.A. (2019b).** Karadeniz’de Hamsi Ununa Alternatif Olarak Üretilen Çaça Ununun Besin Bileşenlerinin Karşılaştırılması. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**(3), 545-550. DOI: 10.35229/jaes.636806
- Bayraklı, B., Özdemir, S. & Duyar, H.A. (2019).** Karadeniz’de Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Çaça (*Sprattus sprattus*) Balıklarının Avcılığı ile Balık Unu-yağı İşleme Teknolojisi Üzerine Bir Araştırma. *Kastamonu Üniversitesi, Menba Su Ürünleri Dergisi*, **2**(2), 1-10.
- Bling, E.G. & Dyer, W.J. (1959).** A rapid methods of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, **37**, 911-917.
- Büyükdeveci, F. (2019).** Karadeniz’de kullanılan farklı ağ göz açıklığına sahip fanyalı uzatma ağlarının seçiciliklerinin farklı modellerle belirlenmesi. Doktora Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop, 123s.
- Cerim, H. & Ateş, C. (2016).** Selectivity of trammel nets (80 ve 90 mm mesh size) for common sole (*Solea solea* linnaeus, 1758) used in Güllük Bay. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **33**(4), 361-366.
- Çağlak, E., Karlı, B. & Rakıcı, S. (2016).** Farklı Pişirme Yöntemleri Uygulanarak Buzdolabı Şartlarında (+4±1°C) Depolanan Hamsi Balığının (*Engraulis encrasicolus*) Bazı Kalite Kriterleri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental&Animal Sciences*, **1**(1), 21-27.
- Deniel, C. (1984).** Relations entre l'activite reproductrice et la croissance chez les poissons plats de la baie de Douarnenez. *Cybum*, **8**(1), 83-93.
- Dulcic J. & Glamuzina, B. (2006).** Length–weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, **22**, 254-256.
- Duyar, H. A., Gargacı, A. & Altınelatan, C. (2012).** Tirsi (*Alosa Tanaica* Grimm, 1901)’nin Kimyasal Kompozisyonu ve Buzdolabi Koşullarında Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Journal Of Fisheriesciences*. **6**(1), 1-8.
- Duyar, H.A., Özdemir, S., Gargacı, A. & Kalaycı, Z.H. (2013).** The Determination Of The Proximate Composition And Sensory, Chemical, Microbiological Quality Of The Fish Which Are Sold By Retail In Sinop, Turkey. *International Journal Of Chemical, Environmental & Biological Sciences*, **1**(2), 402-404.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Satılmış, H.H. & Birinci Özdemir, Z. (2008).** Ortasu Trolü ile Gündüz İki

- Farklı Periyotta Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.)' nin Av Verimi ve Boy Kompozisyonu. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* **9**(1), 17-23.
- Ergül, U. (1970).** Balığın Gıda Değeri. *Türk Veteriner Hekimleri Derneği Dergisi*, **40**(3), 32-35.
- FAO. (2020).** Fisheries statistics and information 2018. Food and Agriculture Organization (FAO), Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Branch. <http://www.fao.org/fishery/en> (Erişim Tarihi: 01/11/2020).
- Kalaycı, F. & Yeşilçiçek, T. (2012).** Investigation of the Selectivity of Trammel Nets Used in Red Mullet (*Mullus barbatus*) Fishery in the Eastern Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **12**, 937-945.
- Kalaycı, F. & Yeşilçiçek, T. (2014).** Influence of season, depth and mesh size on the trammel nets catch composition and discard in the Southern Black Sea, Turkey. *Marine Biology Research*, **10**(8), 824-832.
- Kasapoğlu, N. & Düzgüneş, E. (2013).** Length-weight relationships of marine species caught by five gears from the Black Sea. *Mediterranean Marine Science*, **15**(1), 95-100.
- Krzymowek, J. & Murphy, J. (1987).** Proximate Composition, Energy Fatty Acid, Sodium, and Cholesterol Content of Finfish, Shellfish and their Products. NOAA Technical Report NMFS 55. 67p.
- Ludorf, W. & Meyer, V. (1973).** *Fische und fischerzeugnisse*. Verlag Paul Parey, Printed in Germany bei A. W. Hayn's Erben, 297p.
- Mendes, B., Fonseca, P. & Campos, A. (2004).** Weight-length relationships for 46 fish species of the Portuguese West Coast. *Journal of Applied Ichthyology*, **20**(5), 355-361.
- Merrill, A.L. & Watt, B.K. (1973).** *Energy value of Foods, basis and derivation*. Agriculture research service. United States Department of Agriculture. Agriculture handbook No:74.
- Murray, J. & Burt, J.R. (2001).** *The Composition of Fish*. (FAO in partnership with Support unit for International Fisheries and Aquatic Research, SIFAR). Ministry Of Technology Torry Research Station Torry Advisory Note No: 38.
- Oğuz, T. (2016).** *Karadenizde İklim Değişiklikleri ve Çevresel Baskıların Balıkçılığa Etkileri*. Karadeniz ve Balıkçılık Çalıştay Kitabı, 1-15, ISBN 978-605-88024-3-8, Sinop-Türkiye
- Özdemir, S. & Erdem, Y. (2007).** Farklı Balık Türlerinin Fanyalı Ağlar Üzerindeki Yakalanma Konumlarının Karşılaştırılması. *Türk Sucul Yaşam Dergisi-Ulusal Su Günleri Özel Sayısı*, **3-5**(3-4), 387-394.
- Özdemir, S. & Erdem, Y. (2019).** Distribution on the nets of bycatch fishes caught by multifilament and monofilament trammel nets. *Marine and Life Sciences*, **1**(1), 25-31. (In Turkish)
- Özdemir, S., Erdem, Y. & Sümer, Ç. (2003).** Farklı materyale sahip fanyalı solungaç ağlarının av verimleri ve av kompozisyonunun karşılaştırılması. *XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı 1*, 467-472.
- Özdemir, S., Söyleyici, H., Arıdeniz, B., Özsandıkçı, U., Büyükdeveci, F. & Karaismailoğlu, E. (2014).** Batı Karadeniz'de Kullanılan Algarna Ağlarının Tür Kompozisyonu. *V. Doğu Anadolu Bölgesi Su Ürünleri Sempozyumu Özet Kitabı*, 356s. (31 Mayıs-02 Haziran 2014) Elazığ.
- Özdemir, S., Özsandıkçı, U., Erdem, Y. & Büyükdeveci, F. (2017).** Catch composition of crab species that as bycatch captured by trammel nets used on Sinop coasts. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, **3**(2), 55-62. (In Turkish).
- Özdemir, S., Söyleyici, H., Birinci-Özdemir, Z., Özsandıkçı, U., Büyükdeveci, F. (2018).** Karadeniz (Sinop-Samsun) Kıyılarında Avlanan Mezgit (*Merlangius merlangus euxinus*) Balığının Aylık Olarak Boy-Ağırlık İlişkileri ve Boy Kompozisyonunun Tespiti. *Aquatic Research*, **1**(1), 26-37
- Pauly, D. (1984).** *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculator*. ICLARM, Studies and Reviews, Manila, Philippines, 8, 325.
- Ricker, W.E. (1973).** Linear regressions in fishery research. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **30**(3), 409-434.
- Samsun, O., Samsun, N. & Karamollaoglu, A.C. (2004).** Age, growth, and mortality rates of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.1758) off the Turkish Black Sea coast. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, **28**, 901-910.
- Shahidi, F. & Botta, J.R. (1994).** *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality*. ISBN 978-1-4613-5913-5. Springer Science+Business Media Dordrecht Original published by Chapman & Hali in 1994, UK. 356p.
- Sümer, Ç., Özdemir, S. & Erdem, Y. (2007).** Farklı Göz Genişliğinde Monofilament ve Multifilament Solungaç Ağlarının Barbun Balığı (*Mullus barbatus ponticus* Essipv, 1927) Avcılığında Seçiciliğinin Hesaplanması. *Fırat Üniversitesi*

- Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **19**(2), 115-119.
- Şahin, C., Ceylan, Y. & Kalaycı, F. (2015).** Purse Seine Fishery Discards on the Black Sea Coasts of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **15**, 81-91.
- Tsagarakis, K., Başusta, A., Başusta, N., Biandolino, F., Bostancı, D., Buz, K., Djodjo, Z., Dulčić, J., Gökoğlu, M., Gücü, A., Machias, A., Maravelias, C., Özvarol, Y., Polat, N., Prato, E., Yedier, S. & Vasilakopoulos, P. (2015).** New Fisheries-related data from the Mediterranean Sea (October 2015). *Mediterranean Marine Science*, **16**(3), 703-713.
- Tokur, B. & Aksun, E.T. (2018).** The effect of frozen storage on chemical and sensory quality of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) coated whey protein isolate enriched with thyme essential oil. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **35**(3), 295-304. DOI: [10.12714/egejfas.2018.35.3.09](https://doi.org/10.12714/egejfas.2018.35.3.09).
- TUİK. (2019).** *Su Ürünleri İstatistikleri*, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Veiga, P., Machado, D., Almeida, C., Bentes, L., Monteiro, P., Oliveira, F., Ruano, M., Erzini, K. & Gonçaves, J.M.S. (2009).** Weight-length relationships for 54 species of the Arade estuary, southern Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*, **25**, 493-496.
- Yeşilçiçek, T., Kalaycı, F. & Şahin, C. (2015).** Length-Weight relationships of 10 fish species from the Southern Black Sea, Turkey. *Journal of Fisheries Sciences.com*, **9**(1), 19-23.



Doğu Karadeniz Havzası Akarsuları Fiziko-Kimyasal Su Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Dağılımının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Belirlenmesi

Bülent VEREP^{1*}

Serkan SERDAR¹

Ali Erdem ÖZÇELİK²

Turan YÜKSEK²

¹RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Rize

²RTEÜ Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Rize

Geliş/Received: 10.11.2020

Kabul/Accepted: 20.12.2020

Atf yapmak için: Verep, B., Serdar, S., Özçelik, A.E. & Yüksek, T. (2020). Doğu Karadeniz Havzası Akarsuları Fiziko-Kimyasal Su Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Dağılımının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(4), 725-742.

How to cite: Verep, B., Serdar, S., Özçelik, A.E. & Yüksek, T. (2020). Assessment of Physico-Chemical Water Quality of Eastern Black Sea Basin Streams and Determination of Distribution Using Geographical Information Systems (GIS). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 725-742.

* <https://orcid.org/0000-0003-4238-8325>
<https://orcid.org/0000-0001-5877-1738>
<https://orcid.org/0000-0003-2964-1760>

***Sorumlu yazarın:**

Bülent VEREP
RTEÜ Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Rize, Türkiye.
✉: bulent.verep@erdogan.edu.tr
Cep telefonu : +90 (533) 453 68 42
Telefon : +90 (464) 223 33 85
Faks : +90 (464) 223 41 18

Öz: Bu çalışmada, Karadeniz'i besleyen önemli su kaynaklarından olan Doğu Karadeniz Havzası yüzey sularının sucul yaşam ve sulama açısından kalitesinin ve dağılımının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu değerlendirme jeostatistik yöntemler kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli olarak gerçekleştirilen analizlere göre yapılmıştır. Çalışmada Doğu Karadeniz havzasındaki 11 farklı akarsuyun yüzey sularına ait 17 fiziko-kimyasal su kalitesi parametresine ait mevsimlik sonuçlar kullanılmıştır. Verilerin dağılışı ve haritalandırılması, ArcGIS 10.5 paket programı destekli olarak CBS ortamında ve jeostatistiksel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre havza akarsularının yüzey su kalitesi açısından genel karakteristikleri ılıman, hafif alkali, düşük mineralli, yağışlı dönemlerde bulanık diğer dönemlerde ise düşük bulanıklığa sahip, havzanın doğu bölgelerindeki akarsular yumuşak su karakteri gösteriyorken batı kesimlerdeki akarsular orta sert, çok düşük düzeyde organik madde ihtiva eden, düşük sülfatlı, amonyum ve nitrat açısından yüksek kaliteli, nitrit açısından ise az kirlenmiş, düşük fosfat ve silikatlı bir su karakteri arz etmektedir. Bu çalışma, diğer sahalar için yapılacak benzer çalışmalarda CBS tekniklerinin rahatlıkla kullanılabilceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), Doğu Karadeniz havzası, su kalitesi, yüzey suları.

Assessment of Physico-Chemical Water Quality of Eastern Black Sea Basin Streams and Determination of Distribution Using Geographical Information Systems (GIS)

Abstract: In this study, it was aimed to evaluate the quality and distribution of the surface waters of the Eastern Black Sea Basin, which is one of the important water resources feeding the Black Sea, in terms of aquatic life and irrigation. This evaluation was made according to the analysis carried out with the support of Geographical Information Systems (GIS) by using the Geostatistic method. Seasonally results of 17 physico-chemical water quality parameters belonging to the surface waters of 11 different rivers of Eastern Black Sea Watershed were used in the study.

The distribution and mapping of the data was carried out by using geostatistical methods in GIS with the support of ArcGIS10.5 package program. According to the results, the general characteristics of the basin rivers in terms of surface water quality are temperate, slightly alkaline, low-mineralized, cloudy in rainy periods and low turbidity in other periods, while the rivers in the eastern parts of the basin show soft water characteristics, the rivers in the western parts of the basin contain medium hard, very low level organic matter, It has a water character with low sulphate, high quality in terms of ammonium and nitrate, less contaminated in terms of nitrite, low phosphate and silicate. This study has shown that GIS techniques can be used easily in similar studies to be carried out for other fields.

***Corresponding author's:**

Bülent VEREP
RTEÜ Faculty of Fisheries, Department of Basic Sciences, Rize, Türkiye.
✉: bulent.verep@erdogan.edu.tr
Mobile telephone : +90 (533) 453 68 42
Telephone : +90 (464) 223 33 85
Fax : +90 (464) 223 41 18

Keywords: Eastern Black Sea basin, geographical information systems (GIS), surface waters, water quality.

GİRİŞ

Ekosistemdeki yaşamın sürdürülmesinde oynadığı rol itibarıyla su çok önemli bir yere sahiptir. Dünyada bulunan sular güneş enerjisinin yardımıyla hidrolojik döngü içerisinde hareket ederler. Yerkürede yaşayan tüm canlılar tüm faaliyetleri için ihtiyaç duydukları suyu bu hidrolojik döngüden karşılarlar ve kullandıktan sonra suyu tekrar aynı döngüye iade ederler (Yüksek, 2004). Suyun döngüsünde okyanusların, denizlerin ve karasal ekosistemlerin sahip olduğu özelliklerin etkisi oldukça fazladır. Denizler hidrolojik su döngüsünde okyanuslardan sonra boyut olarak ikinci derecede önemli su büyük havzalarını oluştururlar. Özellikle Karadeniz gibi iç denizlerde denizel ortamın tüm özelliklerini etkileyen en önemli faktör o denize su taşıyan akarsuların sahip olduğu çevresel koşullardır. Bu tür iç denizler diğer tür denizlere kıyasla daha küçük ölçekli ve etrafi karalarla çevrili olup okyanuslarla bağlantıları zayıftır. Bu tür iç denizleri besleyen akarsuların sahip olduğu her türlü çevresel koşullar (örneğin: arazi kullanım şekli, tarımda kullanılan gübreler, pestisidler, hormonlar, sanayi kuruluşlarından ve evlerden oluşan atıklar, atık sular, erozyon, vb) bu tür denizlerin fiziko-kimyasal ve ekolojik koşullarında belirleyici olmaktadır. En uzun kıyısı Türkiye sınırları içerisinde olan Karadeniz'in beslenmesinde ve sahip olduğu hidrolojik ve ekolojik özelliklerinin oluşmasında doğu Karadeniz akarsu havzasının çok önemli bir yeri vardır. Doğru Karadeniz havzasının havza toplam yağış alanı 24022 km², ortalama yıllık akımı 568.62 m³/s, akış oranı 0.62 ve toplam akış katkısı % 9.72'dir (Altunışık, 2015). Akış değeri oldukça yüksek olan doğu Karadeniz havzasındaki ekolojik dengenin bozulması ile tüm dünya genelinde olduğu gibi bu havza içerisinde de küresel iklim değişiminin etkileri hissedilir biçimde görülmektedir. Doğru Karadeniz havzasının entegre havza planlamasının yapılması ve sürdürülebilir bir havza yönetim modeli için akarsulardaki fiziko-kimyasal parametrelerin izlenmesi oldukça önemli bir husustur. Bu sayede akarsuların hangi kesimlerinde daha fazla kirliliğin olduğu ve hangi alanların ciddi seviyede risk altında olduğu kolaylıkla belirlenebilecektir. Böylece kirliliğin risk oluşturduğu alanlara doğru zamanda ve hızlı bir şekilde müdahale edilerek sorunun çözülmesi sağlanabilecektir.

Bu açıdan Doğru Karadeniz havzasındaki akarsulara ait bazı fiziko-kimyasal su kalite parametrelerinin su kalite yönetmeliklerine göre kalite sınıflarının belirlenmesi ve su kalitesinin alansal olarak dağılımının coğrafik bilgi sistemleri kullanılarak belirlenmesi bu çalışmanın ana konusu olmuştur.

MATERYAL VE METOT

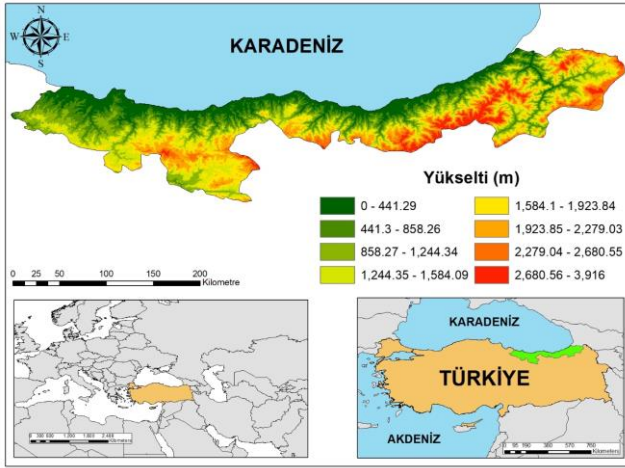
Bu çalışma 2013 yılında doğu Karadeniz akarsu havzasında aylık ortalama debileri yaklaşık 10 m³/sn'in

üzerindeki büyük akarsularda ve mevsimsel periyotlarla 11 farklı istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1, Tablo 1). İstasyonların seçildiği akarsular OM (Melet), GB (Pazarsuyu), GM (Aksu), GT (Harşit), TM (Değirmendere), TO (Solaklı), Rİ (İyidere), RÇ (Büyükdere), RA (Fırtına), RF (Çağlayan) ve AA (Kapistre) olmak üzere kodlanmıştır (Tablo 1). Akarsu ağızlarına yakın noktada belirlenmiş istasyonlarda sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik ölçümleri YSI 556 model su analiz seti ve çözünmüş oksijen ölçümleri ise Hach-Q/40D model oksijenmetre ile yerinde ölçülmüştür. Çözünmüş besin elementi analizleri için alınan örnekler 0,45 µm gözenek çapındaki membran filtrelerden örnekleme anında filtre edilmiş ve su numuneleri araç tipi soğutucu/dondurucu ile laboratuvara taşınmıştır.

Çalışma Alanı ve İstasyonlar: Bu çalışma, Ordu-Melet ırmağından başlayarak Artvin Kapistre deresine kadar uzanan yaklaşık 335 km'lik kıyı hattı boyunca denize dökülen akarsuların, fiziko-kimyasal su kalitesini konu edinmiştir (Şekil 1). Çalışmada 11 farklı akarsu istasyonundan mevsimsel olarak su örnekleme yapılmış ve bazı fiziko-kimyasal su kalite parametreleri yerinde ölçülmüştür.

Doğu Karadeniz ile Orta Karadeniz bölgelerini birbirinden ayıran ve Ordu ilinin önemli bir içme suyu kaynağı olan Melet ırmağı, Karagöl dağlarından doğup Mesudiye ilçesinden geçerken Esat deresi ile birleştikten 85 km sonra Ordu ilinin doğusundan Karadeniz'e dökülmektedir (DSİ, 2003). Kolları ile beraber 161 km uzunluğa sahip Melet ırmağının yağış havzası alanı 1859,2 km² (41 m kotunda)'dir. Yıllık ortalama debisi (2009-2013 yılları arası) 24,393 m³/sn ile Doğu Karadeniz akarsu havzası içerisinde su potansiyeli bakımından 3. sırada yer almaktadır (DOKAP-1, 2013; DSİ-1, 2014). Bu çalışmanın 1. istasyonu, Ordu-Samsun Karayolu köprüsünün hemen altında uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

Giresun ili Piraziz ilçesi için önemli bir içme suyu kaynağı olan Pazarsuyu deresi, Karagöl ve Yürücek bölgelerinden gelen sularla birleşip Bulancak ilçesinin batısından Karadeniz'e ulaşmaktadır (DOKAP-2, 2013). Kaynağından denize döküldüğü noktaya kadar tüm kolları ile beraber uzunluğu 80 km, yağış havzası alanı 770,70 km² (20 m kotunda) olan Pazarsuyu deresinin yıllık ortalama debisi (2004-2013 yılları arası) 17,515 m³/sn ile doğu Karadeniz akarsu havzasının 4. büyük su potansiyeline sahip akarsuyudur (DOKAP-2, 2013; DSİ-2, 2014). Bu çalışmanın 2. istasyonu, Pazarsuyu deresinin Bulancak ilçesinden Karadeniz'e döküldüğü mevkide, Giresun-Trabzon Karayolu köprüsünden yaklaşık 500 m içerdeki uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu.

Figure 1. Geographical location of the study area.

Tablo 1. Çalışma alanında seçilen istasyonların koordinat bilgileri
Table 1. Coordinate information of the stations selected in the study area.

İstasyonun Adı	İst. Bulunduğu İl-İlçe	İstasyon Kodu	Koordinat	
			X	Y
Kapistre	Artvin-Arhavi	AA	41,297417	41,349450
Çağlayan	Rize-Fındıklı	RF	41,150417	41,278967
Firtına	Rize-Ardeşen	RA	40,963833	41,187133
Büyükdere	Rize-Çayeli	RÇ	40,712045	41,082830
İyidere	Rize-İyidere	RI	40,331817	40,986617
Solaklı	Trabzon-Of	TO	40,267152	40,943021
Değirmendere	Trabzon-Merkez	TM	39,756900	41,002317
Harşit	Giresun-Tirebolu	GT	38,849733	41,005500
Aksu	Giresun-Merkez	GM	38,441117	40,912617
Pazarsuyu	Giresun-Bulancağ	GB	38,176367	40,942533
Melet	Ordu-Merkez	OM	37,935317	40,975600

Giresun ili Karagöl bölgesinden doğan Aksu deresi, Kızıltaş, Sarıyakup, Pınarlar ve Güdün bölgelerinin sularıyla birleştikten sonra Dereli ilçe merkezinden geçerek Giresun il merkezinin doğusundan Karadeniz'e dökülmektedir (DOKAP-2, 2013). Kaynağından Karadeniz'e döküldüğü noktaya kadar uzunluğu 58,8 km olan Aksu deresinin yağış havzası alanı 741 km² (175 m kotunda)'dir. Yıllık ortalama debisi (2005-2013 yılları arası) 14,796 m³/sn'dir (Anlı ve Okman, 2005; DSİ-2, 2014). Bu çalışmanın 3. istasyonu, Aksu deresinin Giresun il merkezinin doğusundan Karadeniz'e döküldüğü mevkide, Trabzon-Giresun karayolu köprüsünün yukarıdaki uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

Gümüşhane ilinin doğu sınırındaki Vauk Dağı'nın kuzey eteklerinde bulunan Sifon deresinden kaynağını alan Harşit çayı, Keçi deresi, Mavrangel deresi ve Gümüşhane derelerini aldıktan sonra Torul ve Kürtün ilçelerinden geçerek Günyüzü yakınlarından Giresun il topraklarına girer. Hidroelektrik santrallerinin de bulunduğu Doğan kent ilçesinden geçerek Tirebolu'nun doğusundan Karadeniz'e dökülür (DOKAP-2, 2013; İÇDR, 2013; DTMP, 2012). Kaynağından Karadeniz'e döküldüğü noktaya kadar uzunluğu 142 km olan Harşit çayının Giresun il sınırlarındaki toplam uzunluğu 95 km'dir. Yağış havzası alanı 3175,6 km² (111 m kotunda) ve yıllık ortalama debisi (1998-2007 yılları arası) 37,718 m³/sn'dir (DTMP, 2012; DSİ-2, 2014). Bu çalışmanın 4. istasyonu, Harşit çayının

Tirebolu'nun doğusundan Karadeniz'e döküldüğü mevkide, Tirebolu ilçe merkezinden geçen Giresun-Trabzon karayolu köprüsünün yukarısında uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

Trabzon ili güneyini çevreleyen Horos ve Kalkanlı dağlarının kuzey eteklerinden doğan akarsu Meryemana, Hamsiköy, Maçka, Altıntaş, Galyan kollarının birleşmesiyle Değirmendere oluşur. Akarsu, kuzeyden güneye doğru Maçka, Esiroğlu, Çağlayan ve Akoluk merkezlerinden geçerek Trabzon il merkezinin doğusundan Karadeniz'e dökülür (DOKAP-3, 2013; Boran vd., 2004). Değirmendere yaklaşık 53 km uzunluğundadır (Beret, 1956). Yağış havzası alanı 728,4 km² (160 m kotunda) ve yıllık ortalama debisi (2004-2013 yılları arası) 11,256 m³/sn'dir (DSİ-2, 2014). Bu akarsuyun aşağı kesimleri boyunca ve deniz'e döküldüğü delta alanında, yoğun olarak küçük büyüklü birçok endüstriyel tesis ve fabrikalar faaliyet göstermektedir. Trabzon çevresindeki akarsular içerisinde evsel, tarımsal ve endüstriyel atıksulardan en çok etkilenen akarsulardan biridir. Bu çalışmanın 5. istasyonu olan Değirmendere, Trabzon şehir merkezinin doğusunda Rize-Trabzon şehirlerarası karayolu köprüsünün altındaki uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

Solaklı deresi, Trabzon'un Of ilçesinin güneyinde yer alan Soğanlı dağlarının kuzeye bakan yamaçlarından doğup Uzungölü besleyen Haldizen deresi ve bu dereyle birleşen Ögene deresinin devamı olup diğer küçük kollarla Çambaşı mevkiinde birleşerek Solaklı deresini oluşturmaktadır. Solaklı deresi, Uzungöl'den çıkan Haldizen deresinin Çaykara ve Of ilçe merkezlerinden geçerken küçük kollarla beslenerek Karadeniz'e dökülmektedir (Verap vd., 2002; Anonim-1, 2010). Toplam uzunluğu 80 km olan Solaklı deresi, Trabzon ilinin en uzun akarsuyudur (Anonim-2, 2013). Yağış havzası alanı 576,80 km² (275 m kotunda) ve yıllık ortalama debisi (2004-2013 yılları arası) 14,607 m³/sn'dir (DSİ-2, 2014). Bu çalışmanın 6. İstasyonu olan Solaklı deresi, Trabzon'un Of ilçesinin batısında ve Rize-Trabzon karayolu köprüsünden Uzungöl (Çaykara) istikametinde yaklaşık 200 m yukarıda uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1). İyidere, kaynağını Doğu Karadeniz Dağları'nın en yüksek kesimlerinden alır ve Çamlık ve Cimil derelerinin birleşmesiyle oluşan İkizdere'nin devamı olan bir akarsudur.

İyidere, kaynağını doğu Karadeniz dağları'nın en yüksek kesimlerinden alır ve Çamlık ve Cimil derelerinin birleşmesiyle oluşan İkizdere'nin devamı olan bir akarsudur. Rize ilinin en büyük ilçesi olan İkizdere'nin ilçe sınırından itibaren İyidere adıyla devam eder ve Kalkandere'yi de bünyesine alarak Trabzon-Rize il sınırını çizdikten sonra İyidere ilçesinin batısından Karadeniz'e dökülmektedir (Zaman, 2007; Zaman ve Birinci, 2011; URL-1, 2014). Rize ilinin en uzun akarsuyu olan İyidere deresi, kaynağından itibaren Karadeniz'e döküldüğü noktaya kadar ki uzunluğu

78,4 km²'dir (Verap, 2006). Yağış havzası alanı 445,20 km² (942 m kotunda) ve yıllık ortalama debisi (2004-2013 yılları arası) 14,973 m³/sn'dir (DSİ-2, 2014).

Bu çalışmanın 7. İstasyonu olan İyidere, Rize'nin İyidere ilçesinin batısında ve Rize-Trabzon karayolu köprüsünden Rize-Erzurum istikametinde yaklaşık 100 m yukarıda uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1). Kaynağını Demir dağının Tekfur tepesinden alan Büyükdere, Kaptanpaşa'nın üst kesimlerinde Çataldere ve Karadere gibi iki anakol ile birleştikten sonra birçok küçük kolları da alarak Çayeli'nin batısından Karadeniz'e dökülmektedir (URL-2; Dinçer vd., 2012). Büyükdere'nin Çataldere ve Karadere ile birleşim noktasından itibaren denize döküldüğü noktaya kadar ki yaklaşık uzunluğu 25 km'dir. Yağış havzası alanı 231,20 km² (400 m kotunda) ve yıllık ortalama debisi (2004-2013 yılları arası) 11,364 m³/sn'dir (DSİ-2, 2014).

Bu çalışmanın 8. İstasyonu olan Büyükdere, Rize'nin Çayeli ilçesinin batısında ve Rize-Artvin karayolu köprüsünden Çayeli-Madenli Beldesi istikametinde yaklaşık karayolu köprüsünden 30 m yukarıda uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

Fırtına deresi, Kaçkar, Verçenik (Üçdoruk), Göller (Hunut) ile Bulut-Altıparmak dağlarının zirvelerinden kaynağını alan ve Çamlıhemşin ilçe merkezinde birleşen Ayder (Hala) ve Büyükdere (Hemşin) dereleri ile vadinin alt kesimlerinde bu vadiye karışan Tunca ve Durak dereleri ve çok sayıda kolların (Kavran, Ceymakcur, Palakcur, Avucur, Kaçkar, Yukarı Şimşirlik) birleşerek Çamlıhemşin ilçesinden geçerek Ardeşen ilçesinin batısından Karadeniz'e dökülür. Doğu Karadeniz akarsu havzaları içerisinde Harşit Çayı havzasından sonra en geniş yağış havzasına (toplam 1155,44 km²) sahip olan bir akarsudur (Yüksek vd., 2020). Yağış havzası kuzeyden Karadeniz, güneyden Kaçkar ve Soğanlı dağlarıyla çevrelenmiş olup denizden itibaren hızla yükselen dağlar 3900 metrelere kadar ulaşır. En yüksek noktası, 3932 m ile Kaçkar dağı zirveleridir (Bayrakdar, 2006; Zaman, 2007). Fırtına deresinin kaynağından denize döküldüğü noktaya kadar ki uzunluğu yaklaşık 57 km'dir (Bayrakdar, 2006). Yağış havzası alanı 763,20 km² (237 m kotunda) ve yıllık ortalama debisi (2004-2013 yılları arası) 33,844 m³/sn'dir (DSİ-2, 2014). Yıllık toplam yağış miktarı 1956 mm ile Türkiye'nin en yağışlı bölgesi olan Fırtına deresi havzası, deniz kıyısından itibaren orografik yağışların sık görüldüğü bölgedir (Bayrakdar, 2006). Yıllık ortalama debisi (2004-2013 yılları arası) 33,844 m³/sn ile Doğu Karadeniz akarsu havzaları içerisinde Harşit Çayı'ndan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Bu çalışmanın 9. istasyonu, Fırtına deresinin denize dökülmekte olduğu bölgede Pazar Hamidiye'yi Ardeşen ilçesine bağlayan karayolu köprüsünün üst tarafında uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

Çağlayan deresini Kaçkar dağlarının doğu uzantıları üzerinde 2800 m kotlarında Öküzboğan Gölünden doğan adımı aynı gölden alan dere ile başlayıp Abuçağlayan deresine bağlanan kaynak suları oluşturmaktadır. Çağlayan deresi Karadeniz'e doğru akarken 1000 m kotlarında Ayılık deresi ve bir çok yan kollarla birleşerek Paşalar mevkiinde 2000 m kot kaybederek derenin eğimi azalırken bu mevkiilerde Mersekdere, Fidanlıdere ve Kebanlıdere kolları ile beslenerek Fındıklı ilçesi yakınlarından Karadeniz'e dökülmektedir (Anonim-3, 2008). Çağlayan deresinin kaynağından denize döküldüğü noktaya kadar ki uzunluğu yaklaşık 34,7 km'dir (DOKAP-4, 2013). Yağış havzası alanı 156 km² (60 m kotunda) ve yıllık ortalama debisi (2004-2013 yılları arası) 9,460 m³/sn'dir (DSİ-2, 2014). Bu çalışmanın 10. İstasyonu olan Çağlayan deresi, Rize'nin Fındıklı ilçe merkezinin doğu çıkışında bulunan Rize-Artvin karayolu köprüsünden yaklaşık 50 m yukarıda uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

Kaynağının deniz seviyesinden itibaren yaklaşık 3000 metreye kadar çıkan (Kızıltepe-3210 m, Çatalkaya-2985 m, Koyunyayla-2292 m, Mete-2142 m, Dikme-2068 m, Vat-1180 m, Ağra- 1143 m, Baştepe-1049 m, Demirağa-1013 m) dağlık yapıdan alan ve Ballıdere, Sidere, Üçırmak, Nagodid, Dülgerli (Orçi), Dikme (Zurgiza), Agora (Ajara) ve Kavak gibi akışı düzensiz birçok yan kolların birleşmesiyle oluşan Kapistre deresi Arhavi ilçe merkezinin batısından Karadeniz'e boşalmaktadır (URL-3, 2014; Anonim-4, 2011). Kapistre deresinin kaynağından denize döküldüğü noktaya kadar ki uzunluğu yaklaşık 35 km'dir (URL-3, 2014). Yağış havzası alanı 186,20 km² (100 m kotunda) ve yıllık ortalama debisi (2004-2013 yılları arası) 10,471 m³/sn'dir (DSİ-3, 2014). Bu çalışmanın 11. İstasyonu olan Kapistre deresi, Artvin'in Arhavi ilçe merkezinin batısında bulunan Rize-Artvin karayolu köprüsünden yaklaşık 100 m yukarıda uygun bir noktada seçilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

Akarsularda Yapılan Ölçümler ve Su Örneklerinin Alınması: Seçilen akarsuların akarsu ağızlarına yakın noktada belirlenmiş istasyonlardan alınan örnekler en az 3 kez ortam suyu ile çalkalanmış, temiz bir kovaya bolca taşımak suretiyle anlık örnekleme yapılarak alınmış ve sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik değerleri YSI 556 model su analiz seti ile ve çözülmüş oksijen ölçümleri ise Hach-Q/40D model oksijenmetre ile yerinde ölçülmüştür. Çözülmüş besin elementi analizleri için alınan örnekler 0,45 µm gözenek çapındaki membran filtrelerden örnekleme anında filtre edilmiş ve su numuneleri araç tipi soğutucu/dondurucu ile laboratuvara taşınmıştır. Su örnekleri, havzada belirlenen akarsuların nehir ağzı (mansap) bölgelerindeki deniz etkileşiminin olmadığı kısımlarda, akarsuyun en yoğun aktığı ve kıyasal etkiden uzak olan (1-3 m) bölgelerden alınmıştır.

Alınan anlık su numunesinden toplam fosfor, toplam azot ve permanganat indeksi analizleri için 2x100 mL'lik polietilen şişelere numuneler süzülmeden ayrılmıştır (SKKY, 2009). Çözünmüş besin elementi analizleri için el tipi vakum pompası yardımı ile 0,45 µm gözenek çapındaki membran filtrelerle (GF/C) örnekleme anında filtre edilerek 3x100 mL'lik gereğine göre temizlenmiş ve anlık su örneği ile en az 3 kez çalkalanmış polietilen şişeler 2/3 hacmine kadar doldurulmuş, kovadaki kalan diğer su örneği ise 1x1000 mL'lik (beyaz şişe) ve 1x1000 mL'lik (siyah şişe) ışık geçirmez polietilen şişelere aynı su örneği ile bir kaç kez çalkalanarak doldurulmuş ve araç tipi soğutucu/dondurucu ile laboratuvara taşınmıştır. Sadece klorofil-a için en az 1 L su örneğinin süzülmesi olduğu GF/F membrane filtre kağıtları da uygun işlemlerden sonra analiz edilmek üzere dondurucuda ışıktan korunarak muhafaza edilmiştir (Li, 2010).

Metot: Bu çalışmada Doğu Karadeniz havzası akarsularının fiziko-kimyasal su kalitesinin mevsimsel değişimlerinin belirlenmesinde, istasyonlardan temin edilen su örneklerinin analizleri ve yerinde yapılan ölçümlerle ilgili metotlar, kullanılan cihaz ve aletler aşağıda sunulmuştur (Tablo 2). Sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik ve çözünmüş

oksijen gibi fiziksel su kalite parametreleri hiç bir ön işlem yapılmadan yerinde ölçülmüştür. Bulanıklık ve askıda katı madde miktarının belirlenmesinde ise alınan su numuneleri herhangi bir ön işlem yapılmadan laboratuvar ortamına ulaştırılarak gerekli ölçüm ve analizler gerçekleştirilmiştir. Titrimetrik olarak gerçekleştirilen toplam sertlik ve permanganat indeksi ve kolorimetrik olarak ölçülen toplam azot ve toplam fosfor analizleri ise alınan su numuneleri üzerinde süzme veya herhangi bir koruyucu katmadan laboratuvar koşullarında ilgili metotlarla (Tablo 2) analizleri yapılmıştır. Klorofil-a, sülfat, nitrit, nitrat, amonyum, orto fosfat, silisyum analizlerinde ise su numuneleri arazide GF/F ve GF/C ile filtre edildikten sonra klorofil-a için filtratlar ve diğer besin elementleri için ise süzülen su örnekleri araç tipi soğutucu/dondurucuda laboratuvara ulaştırılmıştır (APHA, 1999).

Coğrafi Bilgi Sistemleri: Havza sınırları dahilinde tüm konumsal analizler Coğrafi Bilgi Sistemleri kapsamında Jeo-İstatistik (Geostatistics) yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama kapsamında konumsal veri altyapısının oluşturulması ve bu amaçla gerekli olan tüm uygulama işlem adımları Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı ArcGIS 10.5 kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan ölçüm ve analiz metotları.

Table 2. Measurement and analysis methods used in the study.

Parametre	Ölçüm/Analiz Yöntemi/Metot	Kullanılan Alet/Cihaz	Ölçüm Peryodu/Yeri
Sıcaklık (°C)	Termometrik		
pH	Elektrometrik	YSI 556 MPS	Mevsimsel/ Yerinde
E. İletkenlik (µS/cm)	Elektrometrik		
Çöz. Oksijen (mg/L)	LDO (Lüminesans Dissolved Oxygen)	HACH 40QD	
Bulanıklık (NTU)	Nefelometrik	DR2000 Spektrofotometre	
Sülfat (mg/L)	Türbidimetrik		
Askıda Katı Madde (mg/L)	Gravimetrik (SM 2540 D)		
Toplam Sertlik (mg/L)	EDTA ile Titrimetrik (SM 2340 C)	Genel Laboratuvar Aletleri	
Permanganat İndeksi (mg/L)	Permanganat ile Titrimetrik (SM 4500-O D)		
Klorofil-a (µg/L)	Aseton Ekstraksiyonundan Sonra Spektrofotometrik (SM 10200 H)	UV mini 1240 - Spektrofotometre	
Nitrat Azotu (mg/L)	Otomatik Kadmiyum İndirgeme CFA		Mevsimsel/ Laboratuarda
Nitrit Azotu (mg/L)	Otomatik Kolorimetrik CFA		
Amonyum Azotu (mg/L)	Otomatik Salisilat Yöntemi CFA		
o-Fosfat Fosforu (mg/L)	Otomatik Askorbik Asit Yöntemi CFA	SEAL AA3 HR	
Silisyum (mg/L)	Otomatik Molibdat CFA	Kimyasal Otoanalizör	
Toplam Fosfor (mg/L)	Persülfat Parçalama+Otomatik Askorbik Asit CFA		
Toplam Azot (mg/L)	Persülfat Parçalama+Otomatik Kadmiyum İndirgeme CFA		

BULGULAR

Bu çalışmada Doğu Karadeniz havzasındaki akarsuların fiziko-kimyasal su kalitesi parametrelerinin coğrafik bilgi sistemleri kullanılarak alansal olarak dağılışı ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Havzadaki çalışılan akarsularının yıllık sıcaklık ortalaması 15,32 °C olarak belirlenmiş ve en düşük sıcaklık değeri 7,93 °C ile Değirmendere deresinde (Trabzon), en yüksek sıcaklık değeri ise 27,5 °C olarak Pazarsuyu deresinde (Giresun) istasyonunda tespit edilmiştir. Su sıcaklığı, sucul

ortamlarda çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, yoğunluk vb. birçok fiziksel su özelliklerini doğrudan değiştiren sucul canlıların optimal yaşam koşullarını ve bir çok biyo-kimyasal süreci etkileyen bir parametredir (UNEP, 2008). Bu nedenle su kalitesi çalışmalarında öncelikle incelenen önemli fiziksel parametrelerden birisidir. Havzadaki 11 farklı akarsu istasyonunun incelendiği bu çalışmada, İyidere (Rİ) istasyonundan batıya doğru yıllık ortalama su sıcaklığının arttığı, doğuya doğru ise yine artacak şekilde bir dalgalanma gözlenmektedir (Şekil 2). Akarsuların yıllık ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde en düşük ve en yüksek

yıllık ortalama sıcaklık değerleri arasında 2,88 °C'lik bir fark söz konusudur (Şekil 2). Bu farklılık istasyonlardaki ölçüm zamanları arasındaki güneş ışınları açısı ve gün içi hava sıcaklığı değişiminden kaynaklanabilecek bir durum olarak değerlendirilebilir. Ayrıca havzanın batısındaki akarsuların yatak eğimlerinin doğuya nazaran daha düşük seviyede olması da bir diğer etken olarak değerlendirilebilir. Havzada daha önce yapılan bazı çalışmalarda ortalama sıcaklık değerleri; Alkan vd., (2013) 12,90 °C, Boran ve Sivri, (2001)'nin Trabzon'daki Solaklı ve Sürmene derelerinde yaptıkları çalışmada 10,6 °C, Aksungur vd., (2007) ise 12,42 °C, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki akarsuların yağışlı dönem su sıcaklık ortalaması 9,10 °C, Dinçer, (2014) Giresun ili sınırları içindeki Çanakçı deresinde yaptığı çalışmada yıllık ortalama sıcaklık değerini 13 °C, Serdar, (2012) İyidere deresinin ortalama su sıcaklığını 11,3 °C olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ise havza bazında ortalama su sıcaklığı 15,32 °C olarak tespit edilmiştir. Belirlenen bu değer YSKYY'ne göre su sıcaklığı açısından havza akarsularının su kalite sınıfı I. sınıf olarak tespit edilmiş ve akarsuların ise su kalite sınıfları Tablo 3'te görülmektedir.

Havza akarsularında ölçülen yıllık ortalama pH değeri 7,78 olup en düşük pH değeri ilkbahar mevsiminde Kapistre deresinde (6,30) ölçülürken en yüksek pH değeri 8,87 ile yaz mevsiminde Pazarsuyu istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 6). Sucul ortamlarda suyun asit-baz dengesi, tamponlama kapasitesi ve CO₂/CO₃/HCO₃ ilişkisi hakkında bilgi veren, su kalitesi çalışmalarında öncelikle tespit edilen ve bir çok su kalite parametresinin etki seviyesini değiştirmesi açısından önemli bir fiziko-kimyasal parametredir. Bu çalışmada 11 farklı akarsu istasyonunun incelendiği havzada, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ortalama pH'nın 8,00-8,50 (alkali karakter) aralığında, kış ve İlkbahar mevsimlerinde ise ortalama pH'nın 7,50 (hafif alkali) civarında seyrettiği tespit edilmiştir (Şekil 2). Havza bazındaki istasyonlar dikkate alındığında Değirmendere deresi (TM) ve batısındaki akarsularda ortalama pH 8,00 civarında iken, doğusundaki akarsularda ise 7,50 düzeylerinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Havzada daha önce yapılan bazı çalışmalarda tespit edilen ortalama pH değerleri; Alkan vd., (2013) 8,00, Boran ve Sivri, (2001)'nin Mart-Mayıs ayları arasında Trabzon'daki Solaklı ve Sürmene derelerinde yaptıkları çalışmada 8,14 ve 8,61, Aksungur vd., (2007) ise Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde sırasıyla 7,17; 7,31; 7,46; 7,24 ve 7,80, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki Değirmendere ve Solaklı derelerinin denize boşalttığı nehir ağzı bölgelerinde yağışlı dönem ortalama pH değerleri sırasıyla 8,10 ve 7,80, Serdar, (2012) İyidere ve Çifte kavak derelerinin ortalama pH değerleri 7,96 ve 8,07 olarak rapor edilmiştir. Diğer

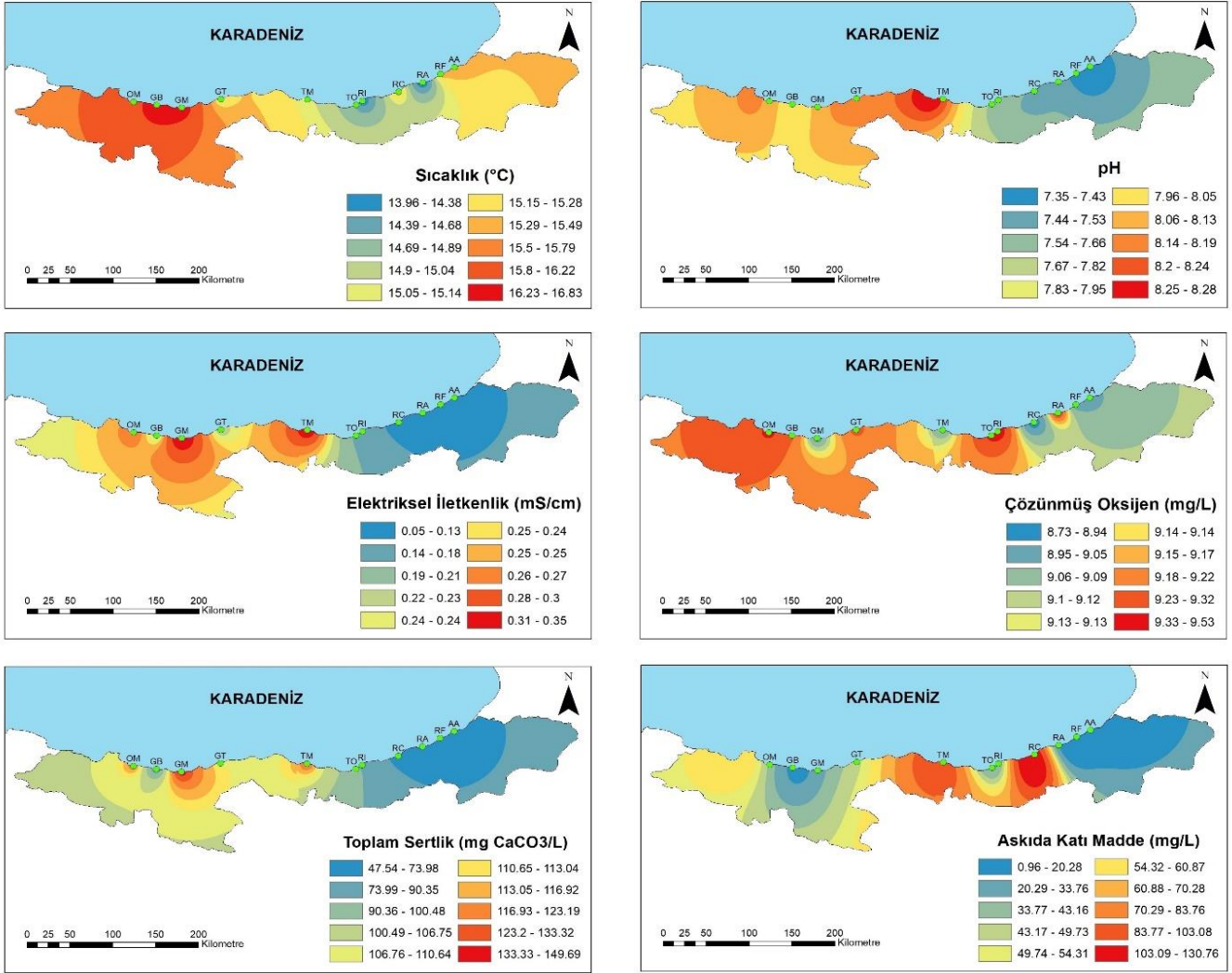
tarafından Dinçer, (2014) Giresun ili sınırları içindeki Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama pH değerini 7,92, Bayram, (2011), Harşit Çayı nehir ağzı bölgesinde ortalama pH seviyesini 7,68 olarak bildirirken Turan vd., (2008)'in Melet Irmağında gerçekleştirdiği çalışmada ise pH 8,48 olarak ifade edilmiştir. Burada görüldüğü gibi havza bazında gerçekleştirilen çalışmalarda pH 7,17 ile 8,61 arasında değişmektedir (Şekil 2).

Bu çalışmada ise havza bazında ortalama pH değeri 7,78 olarak tespit edilmiştir. pH yönünden çalışılan akarsular dikkate alındığında havzanın hafif alkali karakterde olduğu ve YSKYY'ne göre I. sınıf su kalite sınıfında yer aldığı saptanmış olup akarsuların pH yönünden su kalite sınıfları Tablo 3'te görülmektedir. Havza akarsularında ölçülen yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değeri 0,183 mS/cm olup en düşük elektriksel iletkenlik değeri ilkbahar mevsiminde Çağlayan deresinde (0,041 mS/cm) ölçülürken en yüksek değer ise 0,577 mS/cm ile ilkbahar mevsiminde Değirmendere istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 2). Akarsu havzasının toprak yapısı, arazi kullanımı, kayaçlarının mineral içeriği, iklimsel koşullar ile evsel, tarımsal ve endüstriyel deşarjlardan etkilenen su içerisindeki çözünmüş iyonların miktarı hakkında bilgi veren fiziksel bir su kalite parametresi olan elektriksel iletkenliğin, akarsulardaki doğal seviyeleri 0,01-1,00 mS/cm arasındadır (Bellingham, 2009). Havza bazında yapılan bu çalışmada ortalama elektriksel iletkenlik değerlerinin kış mevsiminde düşük seviyelerde ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimine doğru bir artış gösterdiği ve sonbahar mevsiminde maksimum değerlere ulaştığı gözlemlenmiştir (Şekil 2). Havza bazındaki istasyonlar dikkate alındığında en yüksek iletkenlik değerlerinin Değirmendere (TM) ve Aksu (GM) istasyonlarında gözlemlendiği, Değirmendere (TM) istasyonundan doğuya doğru iletkenlik değerlerinin düştüğü batıya doğru ise gittikçe artan bir seyir izlediği tespit edilmiştir (Şekil 2).

Havzada daha önce yapılan bazı çalışmalarda ortalama elektriksel iletkenlik değerleri; Alkan vd., (2013) 0,109 mS/cm, Aksungur vd., (2007) ise Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde sırasıyla 0,05; 0,04; 0,05; 0,06 ve 0,11 mS/cm, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki Değirmendere ve Solaklı derelerinin denize boşaldığı nehir ağzı bölgelerinde yağışlı dönemdeki ortalama elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 0,251 ve 0,089 mS/cm, Serdar, (2012), İyidere ve Çifte kavak derelerinin ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 0,075 ve 0,104 mS/cm olarak bildirilmiştir. Verap vd., (2005), İyidere de yaptıkları çalışmada nehir ağzı bölgesindeki istasyonda ortalama elektriksel iletkenlik değerini 0,070 mS/cm, Gedik vd., (2010) ise Fırtına deresinin nehir ağzında ortalama iletkenlik değerini 0,056 mS/cm olarak

ölçmüşlerdir. Diğer taraftan Dinçer, S., (2014)'nin Giresun ili sınırları içindeki Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama elektriksel iletkenlik değerini 0,147 mS/cm, Bayram, (2011), Harşit Çayı nehir ağzı bölgesinde ortalama iletkenlik değerini 0,202 mS/cm olarak bildirirken Kazancı vd., (2010)'nin Aksu Çayı'nda yaptıkları bir çalışmada elektriksel iletkenlik değerlerinin 0,038-0,389 mS/cm aralığında olduğunu ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada havza bazında elde edilen ortalama elektriksel iletkenlik değeri ise 0,183 mS/cm olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu ortalama değer dikkate alındığında, YSKYY'ne göre elektriksel iletkenlik açısından havzanın I. sınıf su kalitesine sahip olduğu, akarsuların ayrı ayrı su kalite sınıfları ise Tablo 3'te görülmektedir.



Şekil 2. Fiziko-kimyasal su kalite parametreleri.
Figure 2. Physico-chemical water quality parameters.

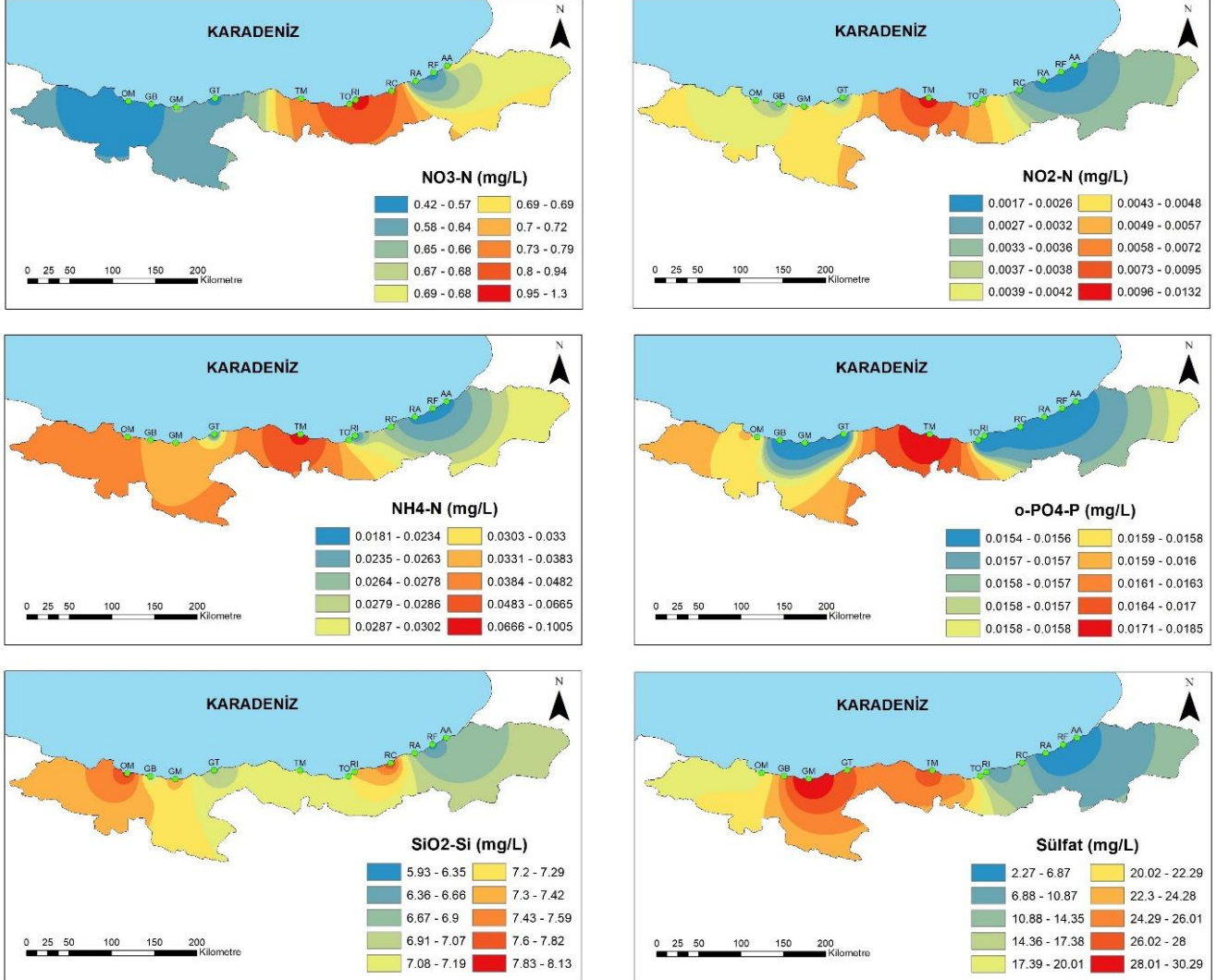
Su içerisine ışığın geçişini engelleyen, suyun berraklığını değiştiren her türlü askıdaki katı madde suda bulanıklık oluşturur. Bulanıklık sudaki fitoplanktonların ve bentik alglerin gelişimini etkilediği gibi diğer hayvansal organizmaların av, avcı, üreme ve beslenme ilişkileri üzerinde doğrudan etkilidir (Bellingham, 2009). Havza bazında yapılan bu çalışmada ortalama bulanıklık değerlerinin dere ıslah çalışmaları ve ani yağışların etkisi ile yaz mevsiminde, diğer mevsimlere oranla daha yüksek olduğu diğer mevsim ortalamalarının ise birbirlerine yakın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). İstasyonlar dikkate

alındığında havzadaki en yüksek bulanıklık Büyükdere (RÇ) ve Değirmendere (TM) istasyonlarında gözlemlendiği, diğer istasyonlarda ise ortalama bulanıklık değerlerinin birbirlerine yakın ve düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir (Şekil 2).

Havzada daha önce yapılan bazı çalışmalarda ortalama bulanıklık değerleri; Alkan vd., (2013) 49,15 FTU, Aksungur vd., (2007) ise Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde sırasıyla 4,15; 9,06; 22,22; 28,32 ve 48,28 NTU, Gültekin vd., (2012)'nin yaptıkları bir çalışmada Trabzon ili sınırları içerisindeki

Değirmendere'nin nehir ağızı bölgesinde, yağışlı dönemdeki ortalama bulanıklık değeri 58 NTU, Gedik vd., (2010) ise Fırtına deresinin nehir ağızı istasyonunda ortalama bulanıklık değeri 18,24 NTU olarak ölçmüşlerdir. Diğer taraftan Bayram, (2011), Harşit

Çayı'nın nehir ağızı bölgesinde ortalama bulanıklık değerini 134,75 NTU olarak bildirmiştir. Bu çalışmada ise havza bazında elde edilen ortalama bulanıklık değeri 39,60 NTU olarak tespit edilmiştir.



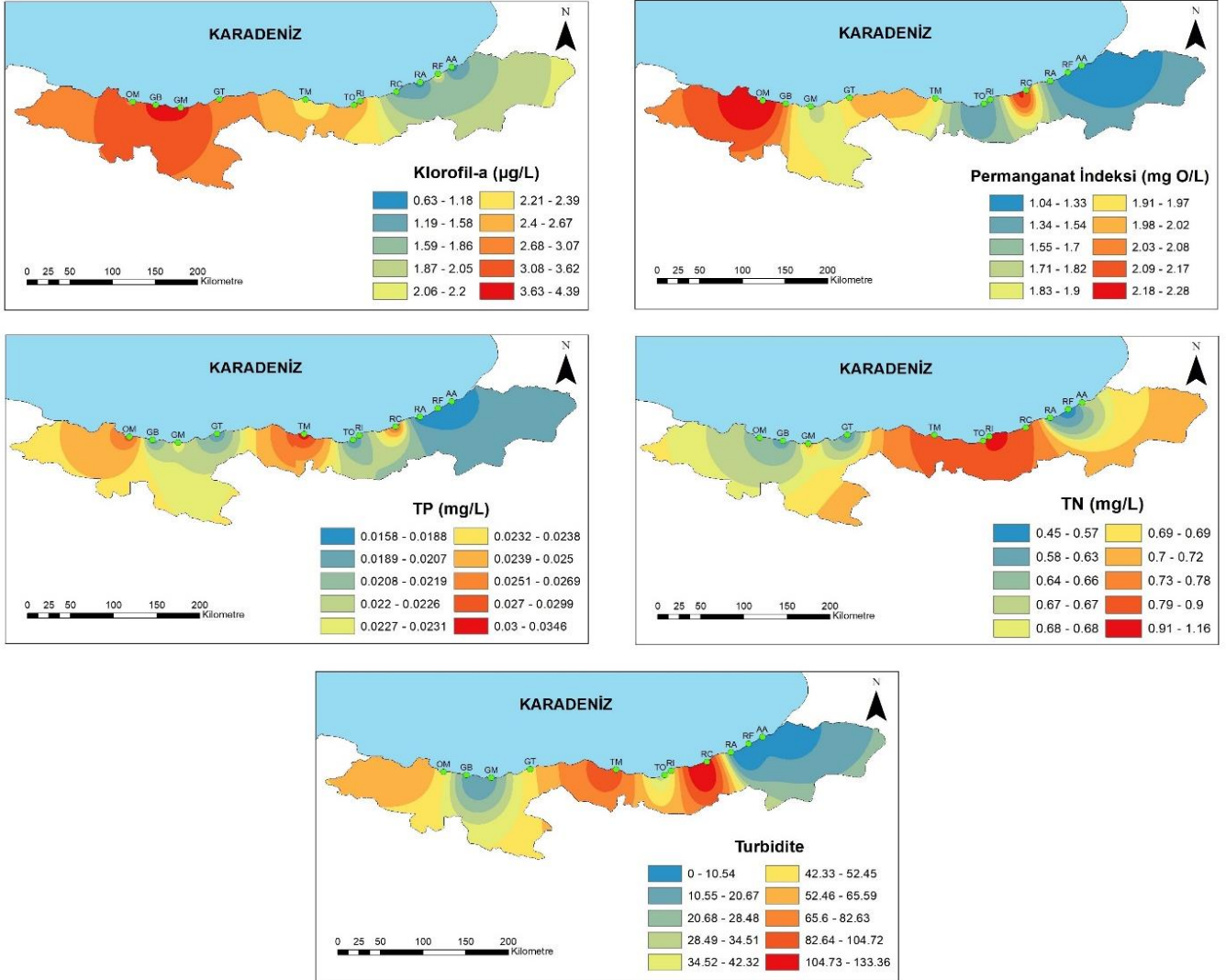
Şekil 3. Kimyasal su kalite parametreleri.
Figure 3. Chemical water quality parameters.

Havzada daha önce yapılan bazı çalışmalarda ortalama AKM değerleri; Alkan vd., (2013) 57,7 mg/L, Dinçer, S., (2014) Giresun Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama AKM miktarını 20,3 mg/L, Boran ve Sivri, (2001)'in Solaklı deresinde yaptıkları çalışmada, yağışlı dönem (Mart, Nisan, Mayıs) için ortalama AKM değeri 82,0 mg/L, Erüz vd., (2005)'nin Trabzon ili akarsularında yaptıkları bir çalışmada yıllık ortalama AKM değerleri Değirmenderede 60,0 mg/L, Solaklı deresinde 52,36 mg/L, İyidere'de ise 33,86 mg/L il bazındaki bütün akarsuların ortalama AKM değerini 39,81 mg/L, Gedik vd., (2010)'in Fırtına deresi nehir ağızı bölgesinde AKM değerini 19,28 mg/L, Sayın, (2000) ise Eylül-Şubat döneminde Değirmenderede ortalama AKM

değerini 303,2 mg/L, Verap vd., (2005) Kasım-Mayıs arasında İyidere'de ortalama AKM değerini 25,56 mg/L, Serdar, (2012) yine İyidere'de yıllık ortalama AKM değerini 32,13 mg/L olarak bildirmişler. Diğer taraftan Bayram, (2011) ise Harşit Çayı'nın nehir ağızı bölgesinde ortalama AKM değerini 69,98 mg/L olarak bildirmiştir. Bu çalışmada ise havza bazında elde edilen ortalama AKM değeri 40,36 mg/L olarak tespit edilmiştir. Havza bazındaki bu çalışmada elde edilen akarsuların yıllık ortalama çözünmüş oksijen içeriği 9,17 mg/L olup en düşük değer (7,80 mg/L) kış mevsiminde Değirmendere (TM) ölçülürken en yüksek değer 11,44 mg/L ile sonbahar mevsiminde yine Değirmendere (TM) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 2).

Deniz seviyesindeki tatlı suların çözülmüş oksijen seviyeleri 0 °C'de 15 mg/L'den 25 °C sıcaklıkta 8 mg/L'ye kadar değişmektedir. Kirilenmemiş bir tatlı sudaki çözülmüş oksijen konsantrasyonları 10 mg/L'ye kadar yaklaşmaktadır (Bellingham, 2009). Tatlı su ortamındaki oksijenli yaşamın devamı için gerekli oksijen miktarının 5,0 mg/L olması istenmektedir (EPA, 1979). Bu çalışma kapsamında elde edilen havza akarsularının ortalama çözülmüş oksijen içerikleri incelendiğinde, en yüksek

değerler Sonbahar ve Kış mevsimlerinde, İlkbahar ve Yaz mevsimlerinde ise en düşük değerler elde edilmiştir (Şekil 2). Havzada istasyonlar dikkate alındığında en yüksek ve en düşük çözülmüş oksijen değerlerinin Değirmendere (TM) istasyonunda gözlendiği, ortalama çözülmüş oksijen değerlerinin havzadaki tüm istasyonlarda birbirine yakın olduğu ve bu değerlerin sucul yaşam için tehlike oluşturmayacak seviyelerde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 4. Organik su kirliliğiyle ilgili parametreler.
Figure 4. Parameters related to organic water pollution.

Havzadaki diğer çalışmalarda elde edilen ortalama çözülmüş oksijen değerleri; Alkan vd., (2013) 10,07 mg/L, Aksungur vd., (2007) ise Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde sırasıyla 10,03; 10,53; 10,63; 10,62 ve 10,26 mg/L, Boran ve Sivri, (2001) Mart, Nisan ve Mayıs aylarında Solaklı deresinde ortalama çözülmüş oksijen değerini 9,60 mg/L, Bulut ve Tüfekçi, (2005), Değirmendere'nin Galyan Kolunda ortalama oksijen değerini 10,32 mg/L, Gedik vd., (2010) ise Fırtına deresinin nehir ağzında ortalama çözülmüş oksijen

değerini 10,40 mg/L, Verap vd., (2005), İyidere'de yaptıkları çalışmada nehir ağzı bölgesindeki istasyonda ortalama oksijen değerini 8,58 mg/L, Turan vd., (2008) 9,61 mg/L, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki Değirmendere ve Solaklı derelerinin denize boşaldığı nehir ağzı bölgelerinde yağışlı dönemdeki ortalama çözülmüş oksijen değerleri sırasıyla 11,20 ve 9,90 mg/L, Kazancı vd., (2010) Aksu Çay'ında yaptıkları çalışmada minimum ve maksimum çözülmüş oksijen değerleri 7,91-12,05 mg/L olarak belirlenmiştir. Diğer

tarafından Dinçer, (2014) Giresun ili sınırları içindeki Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama çözünmüş oksijen değerini 7,11 mg/L, Bayram, (2011), Harşit Çayı nehir ağzı bölgesinde ortalama çözünmüş oksijen değerini 10,78 mg/L olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise elde edilen ortalama çözünmüş oksijen değeri 9,17 mg/L olarak tespit edilmiştir. Havza akarsuları, çözünmüş oksijen içeriği bakımından sucül hayat için sorun oluşturabilecek bir durumun sözkonusu olmadığı, ortalama değerler dikkate alındığında havza akarsularının YSKYY'ne göre, çözünmüş oksijen parametresi bakımından su kalite sınıfı I. sınıf iken akarsuların ayrı ayrı su kalite sınıfları Tablo 3'te görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama toplam sertlik değeri 90,45 mg CaCO₃/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (15,00 mg CaCO₃/L) ilkbahar mevsiminde Çağlayan (RF) ve Fırtına (RA) derelerinde ölçülürken en yüksek değer 240,00 mg CaCO₃/L ile sonbahar mevsiminde Aksu (GM) deresinde ölçülmüştür (Şekil 2). Çalışma kapsamında akarsularının havza bazındaki mevsimsel ortalama toplam sertlik değerleri incelendiğinde, en yüksek değer Sonbahar mevsiminde gözlemlendiği, diğer mevsimlerin ortalamalarının ise birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2). İstasyonlarda gözlenen en yüksek toplam sertlik değeri Aksu (GM) deresinde, en düşük değer ise Çağlayan (RF) deresinde gözlemlenmiştir. Pazarsuyu (GB) istasyonu hariç istasyonlar arasındaki ortalama toplam sertlik değerleri incelendiğinde genel itibarla doğudan batıya doğru istasyonlarda toplam sertlik değerlerinin artış eğiliminde oldukları görülmüştür (Şekil 2). Sawyer (1960)'ın ileri sürdüğü sertlik sınıflandırmasına göre sular; çok yumuşak (0-75 mg CaCO₃/L), orta sert (75-150 mg CaCO₃/L), sert (150-300 mg CaCO₃/L) ve çok sert (>300 mg CaCO₃/L) olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamaya göre havza akarsularının çok yumuşak ve sert su özellikleri gösterdiği tespit edilmiştir. Havzada hiçbir zaman çok sert özellikte sular tespit edilmemiştir. Havzadaki diğer çalışmalarda elde edilen CaCO₃ cinsinden ortalama toplam sertlik değerleri; Alkan vd., (2013) 70,34 mg/L, Aksungur vd., (2007) ise Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde sırasıyla 31,7; 29,4; 37,2; 33,1 ve 51,5 mg/L, Bulut ve Tüfekçi, (2005), Değirmendere'nin Galyan Kolunda ortalama toplam sertlik değerini 96,76 mg/L, Gedik vd., (2010) ise Fırtına deresinin nehir ağzında 34,83 mg/L, Verap vd., (2005), İyidere nehir ağzı bölgesinde 40,36 mg/L, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki Değirmendere ve Solaklı derelerinin denize boşaldığı nehir ağzı bölgelerinde yağışlı dönemdeki ortalama toplam sertlik değerleri sırasıyla 122 ve 43,9 mg/L, Dinçer, (2014) Giresun ili sınırları içindeki Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama toplam sertlik değerini 68 mg/L, Bayram, (2011) ise Harşit Çayı

nehir ağzı bölgesinde ortalama toplam sertlik değerini 120,75 mg/L olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise havzanın ortalama toplam sertlik değeri 90,45 mg CaCO₃/L ile orta sert su özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama sülfat değeri 16,06 mg/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (<1,00 mg/L) Kış mevsiminde Çağlayan (RF) İstasyonunda ölçülürken en yüksek değer (55,00 mg/L) Yaz mevsiminde Pazarsuyu (GB) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 3). Çalışma kapsamında akarsularının havza bazındaki mevsimsel ortalama sülfat değerleri incelendiğinde, en yüksek değerlerin Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde gözlemlendiği, en düşük değerler ise İlkbahar ve Kış mevsimlerinde gözlemlenmiştir (Şekil 3). İstasyonlar arasında ölçülen en yüksek sülfat değeri Pazarsuyu (GB) istasyonunda, en düşük değer ise Çağlayan (RF) deresinde gözlemlenmiştir. İstasyonlar arasındaki ortalama sülfat değerleri incelendiğinde doğudan batıya doğru Aksu (GM) istasyonunda maksimum seviyede olmak üzere düzenli bir artış eğiliminin gözlemlendiği, buna rağmen sülfat iyonu açısından havza akarsularının oldukça fakir olduğu söylenebilir (Şekil 3). Havzadaki diğer çalışmalarda elde edilen ortalama sülfat (SO₄²⁻) değerleri; Alkan vd., (2013) 10,33 mg/L, Aksungur vd., (2007) ise Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde sırasıyla 1,53; 2,00; 2,14; 6,31 ve 10,31 mg/L, Boran vd., (2004) Değirmendere nehir ağzı istasyonunda sülfat değerini 303,17 mg/L, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki Değirmendere ve Solaklı derelerinin denize boşaldığı nehir ağzı bölgelerinde yağışlı dönemdeki ortalama sülfat değerleri sırasıyla 25,0 ve 162 mg/L, Turan vd., (2008) Aşağı Melet havzasında yaptıkları çalışmada sülfat değerini 14,72 mg/L, Ekingen ve Kazancı, (2012), Aksu Çayı'nda yaptıkları çalışmada sülfat minimum ve maksimum olarak 7-74 mg/L, olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise ortalama sülfat değeri 16,06 mg/L olarak tespit edilmiştir. Genellikle yüzey suları 2-80 mg/L aralığında sülfat iyonu içerir. Endüstriyel deşarjların yapıldığı sularda ve kurak bölgelerde 1000 mg/L'ye kadar yükselebildiği halde bir suyun kirli sayılabilmesi için sülfat konsantrasyonunun 400 mg/L'nin üzerinde olması gerekmektedir (Chapman ve Kimstach, 1996; Göksu, 2003). İnsani tüketim amaçlı sularda sülfat derişimine 250 mg/L'ye kadar izin verilmektedir. Havzada sülfat iyonu açısından sucül hayat için sorun oluşturabilecek bir durumun söz konusu olmadığı, ortalama değerler dikkate alındığında havzanın sülfat açısından oldukça fakir olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama permanganat indeksi değeri 1,71 mg O/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (0,64 mg O/L) Kış mevsiminde Çağlayan (RF)

İstasyonunda ölçülürken en yüksek değer (3,14 mg O/L) Yaz mevsiminde Değirmendere (TM) ve Sonbahar mevsiminde Büyükdere (RÇ) istasyonlarında ölçülmüştür (Şekil 4). Çalışma kapsamında akarsularının havza bazındaki mevsimsel ortalama permanganat indeksi değerleri incelendiğinde, Kış mevsiminde yaklaşık 1,5 mg O/L diğer mevsimlerde ise yaklaşık 2,0 mg O/L civarlarında ölçülmüştür (Şekil 4). İstasyonlar arasında ölçülen en yüksek permanganat indeksi değerleri Değirmendere (TM) ve Büyükdere (RÇ) istasyonlarında, en düşük değer ise Çağlayan (RF) istasyonunda ölçülmüştür. İstasyonlar arasındaki ortalama değerler incelendiğinde trend olarak doğudan batıya doğru artışın gözlemlendiği (Büyükdere istasyonu hariç) dikkati çekmektedir (Şekil 4). Permanganat indeksi araştırmacılar tarafından çok kullanılan bir parametre olmamakla beraber, Doğu Karadeniz havzasındaki aynı akarsularda Alkan vd., (2013) tarafından yapılmış bir çalışmada ortalama permanganat indeksi değerinin 2,14 mg O/L olduğu bildirilmiştir. Permanganat indeksi ağırlıklı olarak yüzey, içme ve kullanma sularının organik kirlilik seviyesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Temel prensibi, sudaki organik maddelerin permanganat ile yükseltgenerek oksijen cinsinden ifade edilmesidir. Türkiye insani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelikte (Ek-1,c) ifade edilen standartlara göre, gösterge parametrelerinden biri olan permanganat indeksi değeri 5,0 mg O₂/L olarak verilmektedir (RG, 2005). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında, havza bazında ortalama, maksimum ve minimum değerler açısından hiçbiri aşılmamış olup doğu Karadeniz havzası sularının permanganat indeksi bakımından uygun olduğu, yıl içerisinde hiçbir dönem 5,0 mg/L seviyesinin aşılmadığı tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama klorofil-a değeri 2,46 µg/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (0,26 µg/L) Yaz mevsiminde Fırtına (RA) İstasyonunda ölçülürken en yüksek değer (8,11 µg/L) Yaz mevsiminde Pazarsuyu (GB) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4). Çalışma kapsamında akarsularının havza bazındaki mevsimsel ortalama klorofil-a değerleri incelendiğinde, en yüksek değerlerin Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde gözlemlendiği, en düşük değerler ise Kış ve İlkbahar mevsimlerinde gözlemlenmiştir (Şekil 4). İstasyonlar arasında ölçülen en yüksek klorofil-a değeri Pazarsuyu (GB) istasyonunda, en düşük değer ise Fırtına (RA) deresinde gözlemlenmiştir. İstasyonlar arasındaki ortalama klorofil-a değerleri incelendiğinde doğudan batıya doğru Fırtına (RA) istasyonu hariç olmak üzere düzenli olmayan bir artış eğiliminin gözlemlendiği, buna rağmen klorofil-a açısından havza akarsularının oldukça verimsiz olduğu söylenebilir (Şekil 4).

Havzadaki diğer çalışmalarda elde edilen ortalama klorofil-a değerleri; Alkan vd., (2013) 0,90 µg/L, Dinçer, (2014) Giresun Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama klorofil-a değerini 1,92 µg/L, Yerüstü su kalitesi yönetimi yönetmeliğinde göl, gölet ve baraj göllerinde trofik sınıflandırma sınır değerler tablosunda klorofil-a için ötrofik seviye sınır değerinin 9,1-25 µg/L iken 25 µg/L'nin üstü ise hipertrofik, mezotrofik seviye için 3,5-9,0 µg/L iken ≤ 3,5 µg/L'nin altı ise oligotrofik seviye olarak belirtilmektedir. Bu kriterlere göre havza akarsuları genel olarak oligotrofik, bazı dönemlerde ise mezotrofik bir karakter göstermektedir. Mevsimsel olarak Kış aylarında Solaklı ve Aksu, İlkbahar mevsiminde İyidere ve Aksu, Yaz mevsiminde Solaklı, Çağlayan ve Pazarsuyu ve Sonbahar mevsiminde ise Pazarsuyu ve Melet akarsularında mezotrofik bir su kalitesi görülmektedir (Şekil 4).

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama nitrit azotu değeri 0,0040 mg/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (0,0008 mg/L) ilkbahar mevsiminde Çağlayan (RF) istasyonunda ölçülürken en yüksek değer (0,0241 mg/L) yaz mevsiminde Değirmendere (TM) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 3). Çalışmada akarsuların havza bazındaki mevsimsel ortalama nitrit azotu değerleri incelendiğinde, en düşük değerlerin ilkbahar mevsiminde, en yüksek değerler ise yaz mevsiminde gözlemlenmiştir. Kış ve sonbahar mevsimlerinde ise nitrit azotu değerleri birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). İstasyonlar arasında ölçülen en yüksek nitrit azotu değeri Değirmendere (TM) istasyonunda, en düşük değer ise Çağlayan (RF) deresinde gözlemlenmiştir. İyidere (Rİ), Solaklı (TO) ve Aksu (GM) istasyonlarında birbirine çok yakın ortalama nitrit azotu değerleri tespit edilmiş, diğer istasyonlarda ise nispeten daha düşük değerler ölçülmüştür (Şekil 3).

Havzadaki diğer çalışmalarda elde edilen ortalama nitrit azotu değerleri; Alkan vd., (2013) 0,0044 mg/L, Aksungur vd., (2007) ise Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde sırasıyla 0,010; 0,010; 0,005; 0,005 ve 0,001 mg NO₂-N/L, Boran ve Sivri, (2001), Solaklı deresinde Mart, Nisan ve Mayıs aylarında ortalama nitrit azotunu 0,0012 mg/L, Bulut ve Tüfekçi, (2005), Değirmendere'nin Galyan Kolunda ortalama nitrit azotu değerini Nisan ve Aralık ayları arasındaki ortalama nitrit azotu değerini 0,0055 mg/L, Gedik vd., (2010) ise Fırtına deresinin nehir ağzında 0,0024 mg/L, Verap vd., (2005), İyidere nehir ağzı bölgesinde Kasım (2003)-Mayıs (2004) tarihleri arasında ortalama nitrit azotunu 0,0026 mg/L, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki Değirmendere ve Solaklı derelerinin denize boşaldığı nehir ağzı bölgelerinde yağışlı dönemdeki ortalama nitrit azotu değerleri sırasıyla 0,0274 ve 0,0335

mg/L, Turan vd., (2008), Aşağı Melet ırmağında ortalama 0,020 mg/L, Bayram, (2011), Harşit Çayı nehir ağzında 0,0045 mg/L ve Serdar, (2012) ise İyidere ve Çiftekavak derelerinde yapmış olduğu çalışmada nitrit azotu değerlerini sırasıyla ortalama olarak 0,0255 ve 0,0508 mg/L olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise ortalama nitrit azotu değeri 0,0040 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde verilen Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından değerlendirildiğinde havzanın ortalama nitrit azotu bakımından II. Sınıf (az kirlenmiş su) bir su kalitesine sahip oldukları görülmektedir. Diğer taraftan insani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelikte belirtilen sınır değerler (0,152 mg NO₂-N/L) kapsamında değerlendirildiğinde, havza akarsularının ortalama nitrit azotu içeriği (0,0040 mg NO₂-N/L) bakımından içme ve kullanma amaçlı değerlendirilebilecek kaynaklar olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama nitrat azotu değeri 0,685 mg/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (0,094 mg/L) Yaz mevsiminde Melet (OM) istasyonunda ölçülürken en yüksek değer (2,396 mg/L) Sonbahar mevsiminde İyidere (Rİ) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 3). Çalışma kapsamındaki akarsuların havza bazındaki mevsimsel ortalama nitrat azotu değerleri incelendiğinde, Sonbahar ve Kış mevsimlerindeki değerlerin, İlkbahar ve Yaz mevsimindeki değerlere göre daha yüksek olmasına rağmen, ortalama nitrat azotu konsantrasyonu YSKYY'de belirtilen su kalite kriterlerine göre I. sınıf (yüksek kaliteli) su kalitesine sahiptir (Şekil 3). İstasyonlar arasında ölçülen en yüksek nitrat azotu değeri İyidere (Rİ) istasyonunda, en düşük değer ise Melet (OM) deresinde gözlenmiştir. İstasyonlar arasındaki ortalama değerler incelendiğinde İyidere (Rİ) istasyonu merkez olmak üzere doğu ve batı istikametine doğru gittikçe azalan bir eğilimin olduğu söylenebilir (Şekil 3).

Havzadaki diğer çalışmalarda elde edilen ortalama nitrat azotu değerleri; Alkan vd., (2013) 1,04 mg/L, Aksungur vd., (2007) ise Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde sırasıyla 1,65; 1,26; 1,06; 1,69 ve 1,63 mg/L, Boran ve Sivri, (2001) Solaklı deresinde Mart, Nisan ve Mayıs aylarında ortalama nitrat azotunu 0,25 mg/L, Bulut ve Tüfekçi, (2005), Değirmendere'nin Galyan Kolunda ortalama nitrat azotunu değerini 1,26 mg/L, Gedik vd., (2010) ise Fırtına deresinin nehir ağzında 1,80 mg/L, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki Değirmendere ve Solaklı derelerinin denize boşaldığı nehir ağzı bölgelerinde yağışlı dönemdeki ortalama nitrat azotu değerleri sırasıyla 0,474 ve 0,158 mg/L, Turan vd., (2008), Aşağı Melet ırmağında ortalama 2,49 mg/L, Bayram, (2011), Harşit Çayı nehir ağzı bölgesindeki ortalama nitrat azotu değerini 0,669

mg/L olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise ortalama nitrat azotu değeri 0,685 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde verilen Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından havzanın ortalama nitrat azotu değeri bakımından I. Sınıf (yüksek kaliteli su) bir su kalitesine sahip oldukları görülmektedir. Diğer taraftan insani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelikte nitrat azotu açısından belirtilen sınır değere (11,30 mg NO₃-N/L) göre havza akarsularının ortalama nitrat azotu (0,685 mg NO₃-N/L) bakımından içme ve kullanma amaçlı kullanılabilecek kaynaklar olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama amonyum azotu değeri 0,028 mg/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (<0,020 mg/L) sonbahar mevsiminde İyidere (Rİ) istasyonunda ölçülürken en yüksek değer (0,131 mg/L) sonbahar mevsiminde Değirmendere (TM) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 3). Çalışma kapsamındaki akarsuların havza bazındaki mevsimsel ortalama amonyum azotu değerleri incelendiğinde, en düşük ortalama değerlerin ilkbahar mevsiminde, diğer mevsimlerde ise birbirine yakın ortalama değerler tespit edilmiştir (Şekil 3). İstasyonlar arasında ölçülen en yüksek amonyum azotu değeri Değirmendere (TM) istasyonunda, en düşük değer ise İyidere (Rİ) deresinde ölçülmüştür. Büyükdere (RÇ), Solaklı (TO), Aksu (GM), Pazarsuyu (GB) ve Melet (OM) istasyonlarında ortalama amonyum azotu değerlerinin sucul ortam canlıları için kritik değer olan 0,02 mg/L'nin üzerinde olduğu gözlenmiştir. Bu kritik değer, sıcaklık ve pH değerlerinin yüksek olduğu durumlarda tehlikeli olabilecek bir değerdir (Şekil 3).

Havzadaki diğer çalışmalarda elde edilen ortalama amonyum azotu değerleri; Alkan vd., (2013) 0,028 mg/L, Boran ve Sivri, (2001), Solaklı deresinde Mart, Nisan ve Mayıs aylarında ortalama amonyum azotunu 0,23 mg/L, Bulut ve Tüfekçi, (2005), Değirmendere'nin Galyan Kolunda Nisan ve Aralık ayları arasındaki ortalama amonyum azotu değerini 0,041 mg/L, Gedik vd., (2010) ise Fırtına deresinin nehir ağzında 0,0051 mg/L, Verap vd., (2005), İyidere nehir ağzı bölgesinde Kasım (2003)- Mayıs (2004) tarihleri arasında ortalama amonyum azotunu 0,0095 mg/L, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki Değirmendere ve Solaklı derelerinin denize boşaldığı nehir ağzı bölgelerinde yağışlı dönemdeki ortalama amonyum azotu değerleri sırasıyla 0,388 ve <0,078 mg/L, Turan vd., (2008), Aşağı Melet ırmağında ortalama 0,23 mg/L, Dinçer, (2014) Giresun ili sınırları içindeki Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama amonyum azotunu 0,67 mg/L, Bayram, (2011), Harşit Çayı nehir ağzında 0,135 mg/L ve Ekingen ve Kazancı, (2012) ise Aksu Çayı'nda yaptıkları bir çalışmada minimum ve

maksimum amonyum azotu değerlerini 0-0,147 mg/L olarak ölçtüklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise ortalama amonyum azotu değeri 0,028 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde verilen Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından değerlendirildiğinde havzanın ortalama amonyum azotu bakımından I. Sınıf (yüksek kaliteli su) bir su kalitesine sahip oldukları görülmektedir. İnsani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmelikte belirtilen sınır değere (<0,388 mg NH₄-N/L) göre değerlendirildiğinde de havza akarsularının ortalama amonyum azotu içeriği (0,028 mg NH₄-N/L) bakımından içme ve kullanma amaçlı değerlendirilebilecek kaynaklar olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama orto-fosfat fosforu değeri 0,006 mg/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (<0,003 mg/L) yaz mevsiminde Kapistre (AA) ve Çağlayan (RF) istasyonlarında, en yüksek değer (0,024 mg/L) kış mevsiminde Değirmendere (TM) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 3). Çalışma kapsamındaki akarsuların havza bazındaki mevsimsel ortalama ortofosfat fosforu değerleri incelendiğinde, en düşük ortalama değerlerin yaz mevsiminde, en yüksek ortalama değerlerin ise sonbahar mevsiminde ölçüldüğü görülmektedir. Ayrıca kış mevsiminden yaz'a doğru ise tedricen bir azalma göze çarpmaktadır (Şekil 3). İstasyonlar arasında 0,010 mg/L'den büyük ölçülen orto-fosfat fosforu değeri sadece Değirmendere (TM) istasyonunda ölçülür iken, 0,005-0,010 mg/L aralığında ise Büyükdere (RÇ), Aksu (GM) ve Melet (OM) istasyonlarında ve geri kalan istasyonlar ise 0,005 mg/L'nin altındadır (Şekil 3).

Havzadaki diğer çalışmalarda elde edilen ortalama orto-fosfat fosforu değerleri; Alkan vd., (2013) 0,011 mg/L, Aksungur vd., (2007) ise Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde sırasıyla 0,408; 0,303; 0,457; 0,339 ve 0,280 mg /L, Boran ve Sivri, (2001), Solaklı deresinde Mart, Nisan ve Mayıs aylarında ortalama orto-fosfat fosforu 0,059 mg/L, Bulut ve Tüfekçi, (2005), Değirmendere'nin Galyan Kolunda Nisan ve Aralık ayları arasında yaptıkları çalışmada ortalama orto-fosfat fosforu değerini 0,078 mg/L, Gedik vd., (2010) ise Fırtına deresinin nehir ağzında 0,12 mg/L, Verap vd., (2005), İyidere nehir ağzı bölgesinde çalışmada ortalama orto-fosfat fosforu 0,007 mg/L, Gültekin vd., (2012)'nin sadece Trabzon ili sınırları içerisindeki Değirmendere ve Solaklı derelerinin denize boşaldığı nehir ağzı bölgelerinde yağışlı dönemdeki ortalama değerleri sırasıyla 0,300 ve 0,169 mg/L, Dinçer, (2014) Giresun ili sınırları içindeki Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama 0,02 mg/L, Turan vd., (2008), Aşağı Melet ırmağında ortalama 2,235 mg/L, Bayram, (2011), Harşit Çayı nehir ağzında 0,112 mg/L ve Serdar, (2012) ise İyidere ve Çiftkavak

derelerinde yapmış olduğu çalışmada sırasıyla ortalama olarak 1,083 ve 2,472 mg/L olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise havzanın ortalama orto-fosfat fosforu değeri 0,006 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama silikat (SiO₂-Si) değeri 7,16 mg/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (3,36 mg/L) İlkbahar mevsiminde Çağlayan (RF) istasyonunda, en yüksek değer (9,40 mg/L) Sonbahar mevsiminde Kapistre (AA) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 3). Çalışma kapsamındaki akarsuların havza bazındaki mevsimsel ortalama silikat (SiO₂-Si) değerleri incelendiğinde, en düşük değerler ilkbahar mevsiminde, en yüksek değerler Kış mevsiminde gerçekleşmekle beraber ilkbahar, yaz, sonbahar sıralamasında tedrici olarak bir artış olduğu göze çarpmaktadır (Şekil 3). İstasyonlar arasındaki silikat (SiO₂-Si) değerleri dikkate alındığında, en yüksek değerler Melet (OM) ve Büyükdere (RÇ) İstasyonlarında (≈8,00 mg/L) olmak üzere havza akarsularının ortalama silikat içerikleri istasyonlar arasında çok önemli farklılıklar olmamakla beraber 5,93-8,14 mg/L aralığında değişim göstermektedir (Şekil 3). Havzada yapılan diğer çalışmalarda Si ölçümlerine sadece Alkan vd., (2013)'nin 2012 yılında Doğu Karadeniz havzasındaki bazı akarsularda yaptıkları çalışmada rastlanılmış ve bu çalışmada Kızılırmak, Yeşilirmak, Melet, Pazarsuyu, Aksu, Harşit, Değirmendere, Solaklı, İyidere, Büyükdere, Fırtına, Çağlayan ve Kapistre derelerinin nehir ağzı bölgelerinde elde edilen Si değerleri sırasıyla 8,15; 7,14; 8,55; 7,29; 8,13; 6,97; 8,23; 8,13; 7,91; 8,25; 6,93; 6,18; ve 7,05 mg/L olarak tespit edilmiş ve Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirleri hariç diğer akarsuların ortalama Si derişimlerini 7,60 mg/L olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada ise ortalama SiO₂-Si değeri 7,16 mg/L olarak bulunmuş olmakla beraber Alkan vd., (2013)'nin elde ettiği ortalama değerlerle çok yakın oldukları tespit edilmiştir. Silikat, okyanusların yüzey sularında 0,03 mg/L, derin sularda 2 mg/L ve akarsu sistemlerinde ise genellikle 4-13 mg/L düzeylerinde bulunduğu bildirilmektedir (URL-4; Horne and Goldman, 1994).

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama toplam fosfor değeri 0,018 mg/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (<0,003 mg/L) yaz mevsiminde Kapistre (AA) istasyonunda ölçülürken en yüksek değer (0,056 mg/L) yine yaz mevsiminde Değirmendere (TM) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4). Çalışma kapsamındaki akarsuların havza bazındaki mevsimsel ortalama toplam fosfor değerleri incelendiğinde, en düşük değerlerin ilkbahar mevsiminde, en yüksek değerler ise kış mevsiminde gözlemlendiği yaz ve sonbahar mevsimlerindeki ortalama toplam fosfor değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4). İstasyonlar arasında ölçülen ortalama

değerlere göre, en yüksek toplam fosfor değerinin Değirmendere (TM) istasyonunda ölçüldüğü daha sonraki görece yüksek değerler ise Melet (OM), Büyükdere (RÇ), Aksu (GM) istasyonlarında ölçülmüş geriye kalan diğer akarsuların ise 0,02 mg/L'nin altında ölçüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca toplam fosforun havza boyunca değişimi incelendiğinde doğudan batıya doğru nispeten belirli bir yükselmenin olduğu belirlenmiştir (Şekil 4).

Havzadaki diğer çalışmalarda ortalama toplam fosfor değerleri; Dinçer S., (2014)'in Mart 2013-Şubat 2014 tarihleri arasında Giresun ilindeki Çanakçı deresinde yaptıkları çalışmada yıllık ortalama toplam fosfor

derişiminin 0,46 mg/L olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada ise ortalama toplam fosfor derişimi 0,018 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde verilen Kıtaçığı Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri açısından değerlendirildiğinde havzanın ortalama toplam fosfor bakımından I. Sınıf (yüksek kaliteli su) bir su kalitesine sahip oldukları görülmektedir. Ancak istasyonlar arasında Değirmendere (TM) akarsuyunun toplam fosfor açısından II. Sınıf (az kirlenmiş su) su kalitesine sahip olduğu halde diğerlerinin I. Sınıf (yüksek kaliteli su) su olması dikkat çekmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Havzadaki akarsuların yerüstü su kalitesi yönetimi yönetmeliği'ne göre su kalite sınıfları.

Table 3. Water quality classes of the rivers in the basin according to the aboveground water quality management regulation.

AKARSU	KOD	S	pH	Eİ	ÇO	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	TF
Kapistre	AA	I	I	I	I	I	II	I	I
Çağlayan	RF	I	I	I	I	I	II	I	I
Fırtına	RA	I	I	I	I	I	II	I	I
Büyükdere	RÇ	I	I	I	I	I	II	I	I
İyidere	Rİ	I	I	I	I	I	II	I	I
Solaklı	TO	I	I	I	I	I	II	I	I
Değirmendere	TM	I	I	I	I	I	III	I	II
Harşit	GT	I	I	I	I	I	II	I	I
Aksu	GM	I	I	I	I	I	II	I	I
Pazarsuyu	GB	I	I	I	I	I	II	I	I
Melet	OM	I	I	I	I	I	II	I	I

*Sınıf I (Yüksek kaliteli su), Sınıf II (Az kirlenmiş su), Sınıf III (Kirlenmiş su), Sınıf IV (Çok kirlenmiş su).

*Class I (High quality water), Class II (Lightly contaminated water), Class III (Contaminated water), Class IV (Highly contaminated water).

Çalışma kapsamında havza bazında elde edilen akarsuların yıllık ortalama toplam azot değeri 0,942 mg/L olarak tespit edilmiş olup en düşük değer (0,270 mg/L) ilkbahar mevsiminde Çağlayan (RF) istasyonunda ölçülürken en yüksek değer (3,075 mg/L) sonbahar mevsiminde İyidere (Rİ) istasyonunda ölçülmüştür (Şekil 4). Çalışmada akarsuların havza bazındaki mevsimsel ortalama toplam azot değerleri incelendiğinde, en düşük değerlerin (0,5 mg/L) ilkbahar mevsiminde, en yüksek değerlerin ise kış ve sonbahar mevsimlerinde gözlenmekle beraber yaz mevsiminde de ilkbahar mevsimindeki değerlere çok yakın sonuçlar tespit edilmiştir (Şekil 4). İstasyonlar arasında ölçülen ortalama değerlere göre, en yüksek toplam azot değerlerinin (~1,5 mg/L) İyidere (Rİ) istasyonunda en fazla olmak üzere yine bu istasyonun hemen doğusu ve batısında yer alan Büyükdere (RÇ), Solaklı (TO), Değirmendere (TM) istasyonlarında diğer istasyonlara nazaran biraz daha yüksek değerler gözlendiği geriye kalan diğer akarsuların istasyonlarının ise 1,000 mg/L'nin altında ölçüldüğü gözlenmiştir. Havzadaki toplam azot trendinin doğudan batıya doğru İyidere (Rİ) istasyonuna kadar bir artışın gözlendiği, bu istasyondan sonra ise bir azalmanın gözlendiği dikkati çekmektedir (Şekil 4). Havzadaki diğer çalışmalarda elde edilen ortalama toplam azot değerleri; Aksungur vd., (2007), Kapistre, Çağlayan, Fırtına, İyidere ve Solaklı derelerinde yaptıkları bir çalışmada toplam azot'un en önemli çözülmüş inorganik azot bileşenlerinden biri olan

nitrat+nitrit azotunu ortalama olarak 1,500 mg/L bulmuşlardır. Turan vd., (2008), Aşağı Melet ırmağında toplam azotun en önemli bileşenlerinden biri olan toplam çözülmüş inorganik azotu (TDIN) 2,740 mg/L, Bayram ve Önsoy, (2011) Harşit Çayında yaptıkları çalışmada toplam azot değerini 1,491mg/L olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise ortalama toplam azot değeri 0,942 mg/L olarak tespit edilmiştir. YSKYY'inde verilen Kıtaçığı Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre toplam azotun (TN=TKN+NO₃-N+NO₂-N) I. Sınıf su kalite sınır değerinin 5,502 mg/L olduğu hesaplandığında, havzanın ortalama toplam azot değeri bakımından I. Sınıf (yüksek kaliteli su) (0,942 mg/L) su kalitesine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca havzada ölçülen maksimum toplam azot değerleri açısından da su kalitesinin I. Sınıf su kalitesinde olduğu görülmektedir (Tablo 3).

SONUÇLAR

Bu çalışmada Doğu Karadeniz havzası akarsularının mevsimsel fiziko-kimyasal su kalitesi üzerine yapılan çalışmalar sonucunda, havza akarsularının su sıcaklıkları 7,93-27,5 °C, pH değerleri 6,30-8,87 arasında, elektriksel iletkenlik değerleri 0,041- 0,577 mS/cm, çözülmüş oksijen 7,80-11,44 mg/L, bulanıklık <1,00-311,00 NTU, askıda katı madde 0,40-299,60 mg/L, toplam sertlik 15,00-240,00 mg CaCO₃/L, permanganat

indeksi 0,64-3,14 mg O/L, klorofil-a 0,26-8,11 µg/L, sülfat <1,00-55,00 mg/L, nitrat azotu 0,094-2,396 mg/L, nitrit azotu 0,0008-0,0241 mg/L, amonyum azotu <0,020-0,131 mg/L, orto-fosfat fosforu <0,003-0,024 mg/L, silikat (Si) 3,356-9,397 mg/L, toplam fosfor <0,003-0,056 mg/L, toplam azot ise 0,270-3,075 mg/L arasında değişmektedir. Havza akarsularının su kalitesi açısından genel karakteristikleri ılıman, hafif alkali, düşük mineralli, yağışlı dönemlerde bulanık diğer dönemlerde ise düşük bulanıklığa sahip, havzanın doğu bölgelerindeki akarsular yumuşak su karakteri gösteriyorken batı kesimlerindeki akarsular orta sert, çok düşük düzeyde organik madde ihtiva eden, düşük sülfatlı, amonyum ve nitrat açısından yüksek kaliteli, nitrit açısından ise az kirlenmiş ve düşük fosfat ve silikatlı bir su karakteri arz etmektedir.

Bu çalışmada, havza akarsularının nehir ağızlarından alınan örnekler incelendiğinden, her akarsu havzasının genel yapısı sonuçlar üzerinde etkilidir. Bölgede yerleşim ve küçük ölçekteki endüstriyel tesisler, ağırlıklı olarak akarsu yataklarında oluşan düz alanlarda geliştiği için nehir ağızları su kaliteleri bu oluşumdan etkilenmektedir. Nitekim havza akarsularının taşıdığı azot ve fosfor bileşiklerine bakıldığında nitrat, amonyak ve fosfat düzeyi düşük iken tüm havzada nitrit miktarı II. sınıf (az kirlenmiş) seviyededir. Nitrit'in yüksek olması, organik atık içeren arıtılmamış atık suların, evsel ve endüstriyel tesislerden sürekli olarak bırakıldığını göstermektedir. Bu durum, havzada bütün akarsularda benzer bir yapıda süregelmektedir. Çalışmalar süresince gözlemlenen problemlerden bazıları, kum-çakıl ocakları ve hazır beton tesislerinin faaliyetlerinden oluşan etkilerdir. Havzada çoğunlukla bu tesisler, akarsu yatağı üzerine veya çok yakınına kurulmaktadır. Bu tesislerin faaliyetleri sırasında oldukça yüksek askıda katı maddeye sahip atık suların yanında çimento katkı maddeleri içeren ve karıştığı akarsuyun pH seviyesini 10-12 gibi hiçbir sucul canlıların yaşayamayacağı bir ortama dönüştürecek maddeler suya karışmaktadır. Bu problemle ilgili yasal tedbirler alınmış olmakla beraber yerel idarelerin ilgili yönetmelikleri siyaseten uygulayamamaları yüzünden havzadaki tüm faaliyetler, akarsuların fizikokimyasal su kalitesini menfi ölçüde etkiledikleri (Büyükdere, Fırtına, Solaklı, İyidere, Harşit, Aksu ve Melet) gözlenmektedir. Dolayısıyla havza akarsularının su kalitesinin korunması için bu tesislerin akarsu yatağından uzakta kurulması ve faaliyetlerinin ciddi ölçüde kontrol altında tutulmaları gerekmektedir.

Havzada su kalitesini etkileyebilecek bir diğer problemde, hidro elektrik santral (HES) inşaatları, dere ıslah çalışmaları ve yol-köprü gibi sanat yapıları inşaatları sırasındaki faaliyetlerdir. Özellikle son yıllarda, Doğu Karadeniz havzasında bir seferberlik gibi yürütülen su enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürme çalışmaları olan HES inşaatları, maalesef ÇED kurallarına aykırı bir şekilde

yürütülmektedir. HES inşaatları sırasında dere yataklarının daraltılması, atık suların bırakılması ve çevre bitki örtüsünün yok olması gibi etkiler bölgede iyi bilinmektedir. Ayrıca inşaat çalışmaları sırasında beton dökme faaliyetlerinin etkileri, tünel açılmasında oluşan sızıntı sularının derelere akması ve oluşan evsel atıkların akarsulara bırakılması akarsuların su kalitesini, dolayısıyla ekolojik yaşamı etkilemektedir. Diğer taraftan Doğu Karadeniz bölgesinin dağlık yapısı nedeniyle akarsu yataklarında oluşan düz alanlar, gerek yerleşim gerekse endüstriyel tesislerin yerleşmesine uygun alan olarak görülmektedir. Bu bölgeler, daha kırsal alanlarda tarımsal alan olarak da değerlendirilmektedir. Dolayısıyla bu tür alanların korunması için nehir ağızlarından üst kesimlere doğru akarsu yataklarının kıyı duvarları yapılması ve yol-köprü gibi sanat yapılarını içeren dere ıslah çalışmaları, tüm havzada gözlenmektedir. Bu çalışmalar sırasında da, akarsulara fiziksel müdahaleler, katı ve sıvı atıklar ve özellikle suyun kimyasal yapısını değiştiren çimento katkı maddeleri bırakılmaktadır. Bu tür problemleri çözmek için akarsuların su kalitesini koruyucu tedbirlerin (beton dökümü sırasında izolasyon veya akarsu yatağının akış yönünün değiştirilmesi, katı ve sıvı atıkların bırakılmaması ve akarsu yataklarının doğal yapısının bozulmaması vb.) alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada irdelenen akarsuların su kalite sınıfları incelendiğinde, nitrit azotu ve toplam fosfor dışında havza akarsularının su kalitesinin I. Sınıf (yüksek kaliteli) olduğu söylenebilir. Ancak nitrit azotu açısından Değirmendere III. sınıf (kirlenmiş su), toplam fosfor açısından ise yine Değirmendere'nin II. sınıf (az kirlenmiş) diğer istasyonların ise I. Sınıf (yüksek kaliteli) su karakterinde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla havzada su kalitesi açısından en etkilenmiş akarsuyun Değirmendere deresi olduğu söylenebilir. Nitekim arazi çalışmalarında yapılan gözlemlere göre Değirmendere nehir ağzından iç kesimlere doğru neredeyse Maçka ilçesine kadar akarsu yatağının küçüklü büyüklü endüstriyel tesislerle çevrelendiği gözlemlenmiştir. Bu açıdan Değirmendere'nin su kalitesinin iyileştirilmesi için atıksu deşarj standartlarının uygulanması için ilgili tedbirlerin biran önce alınması gerekir. Ayrıca Değirmendere havzasının önemli bir tarımsal ve yerleşim alanı olması nedeniyle tarımsal üretimde çevre dostu politikaların (organik gübre veya dengeli gübreleme teknikleri vb.) uygulanması, evsel atıkların depolandığı foseptik çukurların yaygınlaştırılması, çevre dostu temizlik ürünlerinin kullanılması ve daha az atıksu üretilmesi gibi önlemlerin toplumda ve yetkili merciler tarafından uygulanması gerekir. Doğu Karadeniz havzası akarsularında yukarıda ifade edilen problemlerin dışında mevsimsel olarak toplam fosfor, iletkenlik ve pH açısından su kalitesinin yüksek kaliteliden az kirlenmiş su sınıfına

düştüğü gözlenmektedir. Örneğin toplam fosfor açısından Melet, Büyükdere, İyidere, Değirmendere ve Aksu akarsularında, iletkenlik açısından Değirmendere, Aksu ve Pazarsuyu akarsularında ve pH açısından ise Değirmendere, Pazarsuyu, Melet ve Kapistre derelerinde az kirlenmiş su standardı oluşabilmektedir.

Akarsu yataklarında gerçekleştirilen rehabilitasyon, yol vb. sistematik olmayan faaliyetlerin etkileri nedeniyle bazı dönemlerde akarsularda ölçülen parametreler, akarsuyun genel karakteristik özelliğinden farklı olabilmektedir. Bu nedenle bu amaçla yapılacak çalışmalarda örnekleme istasyonlarının bu faaliyetlerin akarsu üzerindeki etkilerini ortaya koyabilecek şekilde belirlenmesi gereklidir. Mevsimsel yapılan çalışmalarda örnekleme sayısının mevsim karakterlerini daha iyi yansıtabilmesi için fazla tutulmalıdır. Çünkü mevsimsel dalgalanmalar çok farklı olabilmekte ve ortalama değerlerin üzerine çıkabilmektedir.

Akarsulardaki debi ölçümü yasal olarak sadece DSİ tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Birçok akarsuyun üzerinde işletilen akım ölçerlerin ölçüm periyotları birbirleriyle uyuşmamaktadır. Bu açıdan önemli akarsuların üzerinde yeterli sayıda ve eş zamanlı ölçüm yapabilecek akım istasyonlarının kesintisiz işletilmesi ve verilerin araştırmacıların ulaşımına açık tutulması gereklidir. Su kalitesinin belirlenmesi için yapılacak çalışmaların, fiziko-kimyasal parametrelerin yanında biyolojik parametreleri de kapsayacak şekilde gerçekleştirilmesi sonuçların yorumlanmalarında büyük kolaylık ve katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada olduğu gibi havza bazlı ve daha kapsamlı fiziko-kimyasal su kalitesi çalışmalarının, kamu kurumlarınca süreklilik sağlayacak şekilde gerçekleştirilmesinin gerekliliği, literatür ve havzalardaki su yönetimi planlamaları açısından önemli bir katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aksungur, M., Alkan, A., Zengin, B., Tabak, İ. & Yılmaz, C. (2007).** Karadeniz Alabalığının Tatlısu Ortamındaki Göçü Üzerine Bazı Çevresel Parametrelerin Etkisi. *Ekoloji Dergisi*, **65**, 28-35. (doi: 10.5053/ekoloji.2007.655).
- Alkan, A., Serdar, S., Fidan, D., Akbaş, U., Zengin, B. & Kılıç, M.B. (2013).** Physico-Chemical Characteristics and Nutrient Levels of the Eastern Black Sea Rivers. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **13**, 847-859. (DOI: 10.4194/1303-2712-v13_5_09).
- Altınışik, U. (2015).** *Doğu Karadeniz Havzası Akımlarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 95s.

<https://polen.itu.edu.tr/bitstream/11527/14030/1/10077516.pdf>.

- Anlı, A. S. & Okman, C. (2005).** Aksu Çayı Günlük Ekstrem Akışlarının Dağılımı. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Şanlıurfa*, **9**(4), 53-60.
- Anonim-1. (2010).** Çambaşı Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali Proje Tanıtım *Dosyası*. Enerjisa Enerji Üretim A.Ş., İstanbul, 236s.
- Anonim-2. (2013).** Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı (2013-2017). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, 2013, 115s.
- Anonim-3. (2008).** Paşalar Regülatörü HES ve Malzeme Ocakları ÇED Raporu. Ayen Enerji A.Ş., Ankara, 317s.
- Anonim-4. (2011).** Arhavi Balıklı I-II-III Regülatörleri ve HES Projesi Nihai ÇED Raporu. ASSU Elektrik Enerji Üretim Ltd. Şti., Çınar Mühendislik Müşavirlik ve Proje Hizmetleri Ltd. Şti., Ankara, 2011.
- APHA. (1999).** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th. edition. American Public Health Association, Washington, D.C.
- Bayrakdar, C. (2006).** *Fırtına Deresi Havzasının Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul, 120s.
- Bayram, A. & Önsoy, H. (2011).** Harşit Çayı (Giresun-Trebolu) Tarafından Karadeniz'e Taşınan Kirlenmelerin Belirlenmesi. TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, *7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, Trabzon. Türkiye, 545-555.
- Bayram, A. (2011).** *Harşit Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi ve Askı Madde Konsantrasyonunun Yapay Sınır Ağları Yöntemi İle Tahmin Edilmesi*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 164s.
- Bellingham, K. (2009).** Physicochemical parameters of natural waters. Stevens water monitoring systems, Inc., 17s. <https://stevenswater.com>.
- Beret, B. (1956).** Çakırgöl Dağında Glasiyal İzler. *İstanbul Üniv. Türk Coğrafya Dergisi*, **15-16**, 121-124.
- Boran, M. & Sivri, N. (2001).** Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nutrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi. *E.Ü., Su Ürünleri Dergisi*, **18**(3-4), 343-348.
- Boran, M., Karaçam, H. & Sayın, A. (2004).** Değirmendere Havzasında (Trabzon, Türkiye) Bulunan Bazı İşletmelere Ait Atık Suların Özelliklerinin İncelenmesi ve Dere Suyundaki

- Kirleticilerin Düzey ve Dağılımlarının Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 21(1-2), 17-21.
- Bulut, V.N. & Tüfekçi, M. (2005).** Trabzon (Maçka) Kalyan Akarsuyunun Su Kalitesinin İncelenmesi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 4, 377-384.
- Chapman, D. & Kimstach, V. (1996).** *Selection of Water Quality Variables* (Chapter 3). Water Quality Assessments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring-2nd Edition, UNESCO/WHO/UNEP, 651 pp. (ISBN 0 419 21590 5 (HB) 0 419 21600 6 (PB)).
- Chen, D., Lu, J., Wang, H., Shen, Y. & Kimberley, M.O. (2010).** Seasonal variations of nitrogen and phosphorus retention in an agricultural drainage river in East China. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 17, 312-320. DOI: 10.1007/s11356-009-0246-x.
- Dinçer, D., Yüksek, T., Çilli, M. & Yılmaz, S. (2012).** Rize Kenti Doğal Güzellikleri ve Rekreatiyon Potansiyeli. *I. Rekreatiyon Araştırmaları Kongresi*, 12-15 Nisan 2012, Kemer, Antalya, 991-1005.
- Dinçer, S. (2014).** *Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeylerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Giresun, Türkiye, 72s.
- DOKAP-1. (2013).** T.C. Kalkınma Bakanlığı, Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Ordu İl Raporu, Mayıs 2013, 18s.
- DOKAP-2. (2013).** T.C. Kalkınma Bakanlığı Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Giresun İl Raporu, Mayıs 2013, 21s.
- DOKAP-3, (2013).** T.C. Kalkınma Bakanlığı, Doğu Karadeniz Projesi, Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Trabzon İl Raporu, Mayıs, 2013, 20s.
- DOKAP-4, (2013).** T.C. Kalkınma Bakanlığı, Doğu Karadeniz Projesi, Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Rize İl Raporu, Mayıs, 2013, 21s.
- DSİ. (2003).** Ordu Projesi, Ordu Barajı ve HES Planlama Raporu, Cilt I, Planlama Raporu ve Çizimleri. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, VII. Bölge Müdürlüğü, Ankara.
- DSİ-1. (2014).** DSİ 7. Bölge Müdürlüğü, Aylık Ortalama Akım Gözlem Verileri, 2014, Samsun.
- DSİ-2. (2014).** DSİ 22. Bölge Müdürlüğü, Aylık Ortalama Akım Gözlem Verileri, 2014, Trabzon.
- DSİ-3. (2014).** DSİ 26. Bölge Müdürlüğü, Aylık Ortalama Akım Gözlem Verileri, 2014 Artvin.
- DTMP. (2012).** Gümüşhane İlinde Doğa Turizmi Master Planı (2013-2023). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 12. Bölge Müdürlüğü, Gümüşhane Şube Müdürlüğü, Gümüşhane, 104 s.
- Ekingen, P. & Kazancı, N. (2012).** Aksu Çayı'nın (Giresun, Türkiye) Taban Büyük Omurgasız Faunası ve Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi Kriterlerine Göre Habitat Kalitesinin Değerlendirmesi. *Review of Hydrobiology*, 5(1), 35-55.
- EPA. (1979).** A Review of the Epa Red Book Quality Criteria for Water. Environmental Protection Agency (EPA), USA. 311 pp.
- Erüz, C., Köse, E., Güneroğlu, A., Başar, E., Sivri, N., Fezyoğlu, M. & Toraman, Ç. (2005).** Doğu Karadeniz Akarsularında Askıda Katı Madde (AKM) Dinamiği. *Ulusal Su Günleri 2005 Sempozyum*, 28- 30 Eylül 2005, Trabzon, *Türk Sucul Yaşam Dergisi (Özel Sayısı)*, 4, 235-239.
- Gedik, K., Verap, B., Terzi, E. & Fevziyolu, S. (2010).** Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 76, 25-35.
- Göksu, M.Z.L. (2003).** *Su Kirliliği Ders Kitabı*. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:7, Nobel Kitabevi, Adana, 232s.
- Gültekin, F., Ersoy, A.F., Hatipoğlu, E. & Celep, S. (2012).** Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 82, 77- 88.
- Horne, A. J. & Goldman, C. R. (1994).** *Limnology*. 2nd Edition. McGraw-Hill, New York, 57 pp.
- İÇDR. (2013).** Giresun İl Çevre Durum Raporu. T.C. Giresun Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2012, 111 s.
- Kazancı, N., Ekingen, P., Türkmen, G., Ertunç, Ö., Dügel, M. & Gültutan, Y. (2010).** Aksu Çayı'nın (Giresun, Türkiye) Ekolojik Kalitesinin Taban Büyük Omurgasızlarına Dayalı Su Çerçeve Direktifi (SÇD) Yöntemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Review of Hydrobiology*, 3(2), 165-184.
- Kazancı, N., Türkmen, G., Ertunç, Ö., Ekingen, P., Öz, P. & Gültutan, Y. (2010).** Su Çerçeve Direktifi kapsamındaki taban büyük omurgasızlarına dayalı yöntemlerin uygulanması ile Yeşilirmak Nehri'nin ekolojik kalitesinin belirlenmesi. *Review of Hydrobiology*, 3(2), 89-110.
- Li, Y. & Miciaggio, K. (2010).** *Water quality concepts, sampling and analysis*. CRC Press, 340 pp.
- Sawyer, C.H. (1960).** *Chemistry for Sanitary Engineers*. New York: McGraw Hill Book Co., New York, 367pp.
- Sayın, A. (2000).** *Değirmendere Havzasında Bazı Kirleticilerin Düzeyleri ve Ortama Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bil. Enst., Trabzon, 44s.

- Serdar, O. (2012).** *İyidere ve Çiftekavak Derelerinin Su Kalitesinin Fiziko Kimyasal Parametreler ve Saprobik Sistem Kullanılarak Belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 104s.
- SKKY. (2009).** Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği. Resmi Gazete 10.10.2009, sayı: 27372.
- T.C. Resmi Gazete, (2005).** İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. 25730, 17.02.2005, 32 s.
- Turan, D., Taş, B., Çilek, M. & Yılmaz, Z. (2008).** Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye) Balık Faunası. *Journal of Fisheries Sciences*, 2(5), 698-703.
- UNEP. (2008).** Water Quality for Ecosystem and Human Health. 2nd Edition, United Nations Environment Programme, Global Environment Monitoring System (GEMS) Water Programme, 110 s. (ISBN 92-95039-51-7).
- URL-1. (2014).** <http://karadenizguzellikleri.blogspot.com.tr> (12.06.2015).
- URL-2. (2014).** <http://rize.nedir.com> (12.06.2014).
- URL-3. (2014).** <http://www.arhavi.bel.tr/arhavi-cografyasi.html> (12.06.2014).
- URL-4. (2015).** <http://www.lenntech.com/periodic/water/silicon/silicon-and-water.htm>. (26.05.2015).
- Yüksek, T. (2004).** Türkiye'nin su kaynakları ve havza planlamasına dönük genel değerlendirmeler. *KAÜ Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1(2), 71-83.
- Yüksek, T., Özçelik, A.E. & Verap, B. (2020).** Fırtına Havzasının Bazı Havza Karakteristikleri ile Arazilerin Fizyografik Özelliklere Göre Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(3), 439-449.
- Verap, B., Serdar, O., Turan, D. & Şahin, C. (2005).** İyidere (Trabzon)'nin FizikoKimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 15(57), 7-16.
- Zaman, M. ve Birinci, S. (2011).** Doğu Karadeniz'de Termal Turizminin Geliştirilebileceği Merkezlere Yeni Bir Örnek: İkizdere Kaplıcası. Atatürk Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 411-412.
- Zaman, M. (2007).** *Doğu Karadeniz Kıyı Dağları'nda Yaylalar ve Yaylacılık.* Atatürk Üniv. Yay. No: 960, Fen Edebiyat Fak. Yay. No: 105, Araştırma Serisi No: 75, Erzurum, 509s.



Solucan gübresi ve Torf Uygulamalarının Farklı Saksı Ortamında *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng Bitkisinin Gelişimine Etkisi^[*]

Turan YÜKSEK Türker OĞUZTÜRK* Ömer Lütfü ÇORBACI

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

Geliş/Received: 14.09.2020

Kabul/Accepted: 07.12.2020

Atfilyapmak için: Yüksek, T., Oğuztürk, T. & Çorbacı, Ö.L. (2020). Solucan gübresi ve torf uygulamalarının farklı saksı ortamında *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng Bitkisinin Gelişimine Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 743-749.

How to cite: Yüksek, T., Oğuztürk, T. & Çorbacı, Ö.L. (2020). The Effect of Worm Fertilizer and Peat Applications on the Development of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng Plant in Different Pot Environment. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 743-749.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-2964-1760>
*ID: <https://orcid.org/0000-0002-9611-9959>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-8763-3163>

***Sorumlu yazarın:**

Türker OĞUZTÜRK
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj
Mimarlığı Bölümü, Rize, Türkiye.
✉: turker.oguzturk@erdogan.edu.tr
Cep telefonu : +90 (538) 332 33 00
Telefon : +90 (464) 223 75 18
Faks : +90 (464) 223 75 14

Öz: Gıda, tıbbi-aromatik özellikleri ve görsel kalite bakımından önemli olan bitkilerin farklı büyüme alanı ve besi ortamlarında gelişmelerinin izlenmesi ve değişik ekolojik ortamlara adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi sürdürülebilir bitki üretimi için son derece önemlidir. Bu amaçla Küba Kekliği *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng bitkisi çalışma materyali olarak seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı farklı saksı boyutlarında solucan gübresi ve torf uygulamalarının *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng bitkisinin gelişimi üzerine etkisinin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla 3 farklı boyut ve hacimde (250, 450 ve 700 cc) hacmindeki saksılar ticari torf ile doldurulmuştur. Daha sonra torf ile doldurulmuş saksılara rastgele seçilmiş boyları birbirine eşit Küba kekliği fideleri dikilmiştir. Küba kekliği fidelerine 8 farklı dozda (torf+10 g organik solucan gübresi+ 30 ml sıvı solucan gübresi, torf+10 g organik solucan gübresi+ 10ml sıvı solucan gübresi, torf+15 g organik solucan gübresi+ 10 ml sıvı solucan gübresi, torf+20 g organik solucan gübresi+ 10 ml sıvı solucan gübresi, torf+10 g katı solucan gübresi ve kontrol grubu olarak gübresiz (sadece torf)) uygulamaları yapılmıştır. Araştırma sonucunda, besi ortamlarına göre en iyi gelişim 10 gram katı solucan gübresinin uygulandığı deneme ortamlarından elde edilmiştir. Saksı hacimlerine göre en iyi bitki gelişimi 450 cc hacmindeki saksıdan elde edilmiştir. En yüksek yaprak yüzey alanı 9,33 cm² ile 450 cc hacmindeki saksıda, en yüksek toprakaltı biyomas 700 cc saksıda ve torf ortamında 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı T5 denemesinde rastlamıştır. Tıbbi-aromatik ve peyzaj değeri yüksek bitkilerin üretiminin artırılması kırsal kalkınma çalışmalarının başarısına ve ülke ekonomisinin gelişmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Organik solucan gübresi, *Plectranthus amboinicus*, saksı hacmi, torf, yaprak yüzey alanı.

The Effect of Worm Fertilizer and Peat Applications on the Development of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng Plant in Different Pot Environment*

Abstract: Sustainable plant production needs to monitor the development of plants, which are important in terms of food, medicinal, and aromatic properties, in different volumes and nutrient media, and to determine their ability to adapt to different ecological environments. For this purpose, the Cuban Oregano *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng plant was chosen as study material. The aim of this study is to determine the effect of organic worm manure and peat applications on the development of the plant of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng in different pot sizes and different media. For this purpose, pots of 3 different sizes and volumes (250, 450 and 700 cc) were filled with commercial peat. Later, randomly selected Cuban Oregano seedlings were planted in pots filled with peat. 8 different doses (peat +10 g vermicompost+ 30 ml vermiwash, peat +10 g vermicompost + 10 ml vermiwash, peat + 15 g vermicompost + 10 ml vermiwash, peat + 20 g vermicompost + 10 ml vermiwash, peat + 10 g vermicompost were applied to seedlings planted in pots, and peat only applications were made as control group. As a result of the research, the best development according to the media was obtained from the experimental plots where 10 grams of vermicompost was applied. The best plant development according to the pot sizes was obtained from the 450 cc pot. The highest leaf surface area by 9.33 cm² was found in a 450 cc pot, while the highest belowground biomass was found in 700 cc pot and peat medium in T5 treatment where 10 g vermicompost was applied. In addition, increasing the production of medical-aromatic and high landscape value plants can contribute to the success of rural development studies and the development of the national economy.

***Corresponding author's:**

Türker OĞUZTÜRK
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of
Engineering and Architecture, Landscape
Architecture Department, Rize, Turkey.
✉: turker.oguzturk@erdogan.edu.tr
Mobile telephone: +90 (538) 332 33 00
Telephone : +90 (464) 223 75 18
Fax : +90 (464) 223 75 14

Keywords: Leaf surface area, organic vermicompost, peat, *Plectranthus amboinicus*, pot volume.

[*] Bu çalışma 3. Uluslararası GAP Matematik-Mühendislik-FEN ve Sağlık Bilimleri Kongresinde sunulan bildirinin revize edilmesi ile oluşturulmuştur.

GİRİŞ

Dünyamızda beslenme, görsel kalite, peyzaj, toprak koruma gibi farklı amaçlarla bitki tüketimi günden güne artmaktadır. Bitki tüketimindeki artışın sonucunda karşımıza çıkan en önemli ihtiyaç insan ve çevre sağlığı için önem taşıyan bitki üretiminin ve bitki verimliliğinin artırılmasıdır. Bitkisel üretimde verimliliği artırmak amacıyla farklı tip besi ortamları ve gübreleme uygulamaları büyük önem taşımaktadır. İnsanlığın yerleşik hayata geçtiği ilk çağlarından günümüze kadar bitki yetiştiriciliğinde gübre uygulamaları özünü korumuştur. İlk çağlarda sadece doğal hayvan gübresinin kullanıldığı tarım sektöründe sanayi devrimi ile suni gübrelerin kullanılması hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Yıllara göre artan kimyasal gübre kullanımı bir yandan toprak ve su kaynaklarının geleceğini ciddi bir şekilde tehdit ederken; diğer yandan ülke ekonomisi ve özellikle cari açık üzerinde çok ciddi baskı oluşturmaktadır (Yüksek vd., 2017). Sürdürülebilir tarım için kimyasal bileşenli gübrelerin ağırlıklı olması bir yandan, diğer yandan ürün kalitesi, sağlığı ve nihayetinde tüketici sağlığı için kimyasal gübreler ciddi bir tehdit unsuru haline gelmiştir. Kimyasal gübrelerin yapısal özelliklerinin yanı sıra çevre için barındırdığı risk potansiyeli ve bitkisel üretim ile uğraşanların çoğunluğunun doğru gübreleme tekniğini (doğru doz, doğru uygulama tekniği, doğru gübre türü, doğru uygulama zamanı, vb.) bilmemesi veya doğru biçimde uygulamaması bitki üretim sektöründeki sorunları önemli ölçüde artırmaktadır. Literatür taraması sonucu elde edilen verilere göre ülkemizdeki örtü altı yetiştiriciliği yapan üreticilerin % 48'i ilkököl eğitime sahiptir. Toprak analizi yaptırmadan gübre uygulamaları yaptıran bitki üreticilerinin büyük bir kısmı belirtilen bu % 48'lik kısım içerisinde bitki üreticilerinden oluştuğu ortaya konulmuştur (Atılğan vd., 2007). Bu sorunun bir benzeri çay tarımı sektöründe yaşanmaktadır. Ülkemizde çay tarımı ile uğraşan çiftçilerin % 90'nın bilimsel verilerden yararlanmadan gübre seçimini yaptığı ve bu oranın içinden %70'lik kısmında gübreleme zamanını ve gübre dozunu kendi kişisel tecrübelerine göre yaptığı tespit edilmiştir (Yüksek vd., 2013). Bu tip kontrolsüz gübre uygulamaları sonucunda kirlenici maddeler doğrudan toprak ve su kaynaklarına karışmakta, bunun sonucunda toprak ve su ekosistemlerinde zararlı maddelerin birikimi artmaktadır (Düzgüneş ve Oğuztürk, 2019). Günümüzde tarımsal faaliyetler sonucu oluşan zararlı madde birikiminin önlenmesi, toprak ve su kaynaklarının korunabilmesi ve daha kaliteli bitkisel üretimin sağlanabilmesi için organik gübre kullanımının yaygınlaştırılması oldukça büyük önem taşımaktadır. Organik gübreleme; toprağın mikrobiyal aktivite süreçlerini hızlandırmakta, su tutma potansiyelini, sürdürülebilirliğini, verimini arttırmakta ve toprağı

iyileştirmektedir (Yüksek vd., 2019). Organik gübrelerin bir diğer önemli özelliği de iyi bir toprak düzenleyici olmasıdır (Aygün ve Acar, 2004). Belirtilen bu olumlu özelliklerinden dolayı organik gübrelerin bitkisel üretimde kullanımı son yıllarda artmıştır (Asri vd., 2011). Ekonomik anlamda günümüzde tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi dünya piyasasında yıldan yıla artış gösteren önemli bir değere sahiptir. Dünyada yaygın olarak kullanılan tıbbi ve aromatik bitkiler insanların tıbbi ihtiyaçlarının yanı sıra koku, form ve estetik özelliklerinden ötürü önemli peyzaj bitkileridirler. Bu önemli özelliklerinden ötürü tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve dünya ticaretindeki önemi her yıl artmaktadır. Ülkemizin floristik özellikleri ve coğrafi konumu düşünüldüğünde büyük bir sektör olan tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi geliştirilerek artırılmalıdır. Üretimi yapılan mevcut türlerin yanı sıra tıbbi-aromatik ve peyzaj değeri yüksek olan bitkilerin üretiminin artırılması bir yandan bitki üretim sektörünün gelişimi ve kırsal kalkınma çalışmaları, diğer yandan ülke ekonomisi için büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada tıbbi, aromatik ve gıda değerlerinin fazla olmasının yanı sıra iç mekan- dış mekan peyzaj çalışmalarında görsel kalitesi ve koku değerinin oldukça yüksek olmasından dolayı *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekiği) bitkisi çalışma materyali olarak seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı farklı saksı boyutları ve farklı besi ortamlarında organik solucan gübresi ve torf uygulamalarının *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekiği) bitkisinin gelişimi üzerine etkisinin ortaya konulmasıdır.

Ülkemizde farklı süs bitkileri üzerine yapılmış çeşitli çalışmalar olmasına rağmen *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekiği) türü ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma sayesinde elde edilecek bilgilerin literatüre dâhil edilmesi ve bu alandaki eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

***Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekiği) Bitkisinin Genel Özellikleri:** *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng Lamiaceae familyasındaki bitkilerin bir alt ailesi olan Nepetoideae ailesine ait olup (Arumugam vd., 2016) çift çenekli (dikotiledon) bir bitkidir (Zhang vd., 2017). Küba Kekiği Afrika, Asya ve Avustralya'nın tropik ve ılıman bölgelerinde doğal olarak yetişen çok yıllık bir bitkidir (Arumugam vd., 2016). Sürünme veya tırmanma eğilimi olan bitki doğada 10 cm'ye kadar boy yapabilen, kalın etli yaprakları bulunan ve aromatik açıdan zengin bir bitkidir. Küba Kekiği 30-90 cm uzunluğa ulaşan kök sistemi geliştirebilir. Küba Kekiğinin, ufak çıkıntı şeklinde oval ucu olan, geniş oval yumurtayı andıran belirgin tüylerle çevrili, kalın basit

yaprakları vardır (Arumugam vd., 2016). Küba Kekiği yaprak görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Küba Kekiğinin yaprak görünümü (Yüksek, 2019).
Figure 1. Leaf views of the Cuban Oregano.

Yaprak alt yüzeylerinde yoğun salgı tüyleri bulunmaktadır. Sahip olduğu bu tüyler sayesinde buzlu bir görüntü oluşmaktadır. Yaprakları hoş ve ferahlatıcı kokulu, lezzetli yapıdadır (Kaliappan ve Viswanathan, 2008). Çiçeklerinin rengi soluk morumsudur ve kısa bir sap üzerinde bulunurlar. Meyvesi 0,7 mm boyunda, 0,5 mm eninde, açık kahverengi renkte, yumuşak yapıda ve nadiren tohum oluşturmaktadır (Arumugam vd., 2016). *Plectranthus* cinsine ait bitkiler, gastronomide, çeşitli hastalıkların tedavisinde, iç mekan ve dış mekan çevre düzenlemelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Zhang vd., 2017).

Plectranthus cinsleri arasında, *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekiği), hoş kokulu yapısı ve uçucu yağ üretme kabiliyeti nedeniyle aromatik özelliklere sahiptir. Küba Kekiğinin çiğ olarak yenilebiliyor olması ve yemeklere lezzet verici madde olarak eklenebiliyor olması önemli birer özellik olarak onu ön plana çıkartmaktadır. Doğal olarak yetiştiği bölgelerde geleneksel yiyeceklerin hazırlanmasında içerik maddesi olarak yemeklere eklenmektedir. Bitkinin monoterenoidler, diterpenoidler, triterpenoidler, seskiterpenoidler, fenolikler, flavonoidler, esterler, alkoller ve aldehitler gibi farklı fitokimyasal sınıflara ait 76 uçucu ve 30 uçucu olmayan bileşiğe sahip olduğu belirtilmektedir (Arumugam vd., 2016).

Küba Kekiği, gastronomik özelliklerinin yanı sıra doğal yetiştiği bölgelerde öksürük, boğaz ağrısı, burun tıkanıklığı tedavisi, enfeksiyonlar, romatizma ve şişkinlik gibi birçok çeşitli hastalığın geleneksel tedavisinde yoğun biçimde kullanılmaktadır. Bitkinin yaprakları antifungal, antienflamatuvar, antibakteriyel, parazit giderici (anthelmintic), ağrı kesici (antinosiseptif) ve ateş düşürücü (antipiretik) aktiviteye sahiptir. Küba Kekiği geleneksel olarak Endonezya'da, özellikle Simalungun, Kuzey

Sumatera'da yüzlerce yıl anne sütü uyarıcısı olarak tüketilen tıbbi sebzelerden biridir. Yapılan bir çalışmada, içeriğindeki maddelerin anne sütü üretimini uyarmada iyi bir etkileşime sahip olduğu bildirilmiştir. İklim, toprak ve döllenme gibi bazı dış faktörlerin, bitkilerde biyoaktivite bileşiklerinin varyasyonunu etkilediği belirtilse de, iç genetik varyasyonun en önemli faktör olduğu kabul edilmektedir (Andarwulan vd., 2014). Ayrıca gıda bileşenleri potansiyeline sahip olabilecek, antioksidan, antitrombotik, antibakteriyel ve bitki kökünün antikanser özellikleri üzerine çalışmalar yapılmıştır (Bhatt vd., 2013).

Küba Kekiği değişken çevresel şartlara uyum sağlayıp, gelişmesine rağmen; organik gübre veya kimyasal gübrelerin uygulanmasından sonra farklı genotiplerin büyüme performansı ve biyoaktivitesi hakkında bilinenler son derece kısıtlı seviyededir (Zhang vd., 2017). Gıda, tıbbi ve aromatik özellikleri bakımından önemli olan bitkilerin farklı besi ortamlarında gelişmelerinin izlenmesi ve değişik ekolojik ortamlara adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi sürdürülebilir bitki üretimi için son derece önemlidir (Oğuztürk vd., 2018).

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın materyalleri *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekiği) bitkisi, farklı hacimdeki saksılar (Tablo 1), torf ve katı-sıvı organik solucan gübresidir.

Tablo 1. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekiği) deneme grupları saksı hacimleri ve boyutları.

Table 1. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Cuban Oregano) experiment groups, pot volumes and sizes.

Saksı	Deneme Grupları							
	Tip 1		Tip 2			Tip 3		
Besi ortamı	T*-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8
Saksı ağız çapı (cm)	12	12	12	11	11	9	9	9
Saksı derinliği (cm)	9	9	9	9	9	6	6	6
Saksı hacmi (cc)	700	700	700	450	450	250	250	250

*:T: Deneme (Treatment)

Deneme Deseni ve Besi Ortamlarının Hazırlanması: Katmanlı rastgele yöntemle göre 3 farklı hacimdeki saksılar boğaz seviyesine kadar ticari torf ile doldurulmuştur. Oluşturulan besi ortamlarına birbirine eşit boylarda Küba Kekiği fideleri dikilmiş ve denemelerde belirtilen oranlarda (Tablo 2) organik katı-sıvı solucan gübreleri uygulanmıştır.

Tablo 2. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekiği) deneme grupları besi ortamları karışım miktarları/dozları.

Table 2. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Cuban Oregano) experimental groups feed medium mixing amounts / doses.

Sıra No	Kod	Katı Solucan Gübresi Miktarı (g)	Sıvı Solucan Gübresi Miktarı (ml)	Saksı hacmi (cc)
1	T-1	10	0	700cc
2	T-2	10	30	700cc
3	T-3	0	0	700cc
4	T-4	0	0	450cc
5	T-5	10	0	450cc
6	T-6	10	10	250cc
7	T-7	15	10	250cc
8	T-8	20	10	250cc

Saksılardaki Bitkilerin Gelişimi ve Bazı Özelliklerin Ölçülmesi: Küba Kekliği bitkisinin saksılardaki gelişimi 23±2 °C'lik sıcaklığı olan batıya bakan laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Küba Kekliği fideleri 3 günde bir, 5 ml bekletilmiş çeşme suyu ile spreyleme tekniği ile sulanmıştır. Saksılardaki bitkilerin gelişimi ve bazı özelliklerin ölçülmesi için yapılan çalışmada Küba Kekliği fidelerinin gelişimleri 135 gün izlenmiştir (Şekil 2). 135. günün sonunda gelişim ölçümlerinin ve farklılıklarının tespiti için hazırlanmış olduğumuz 8 deneme ortamındaki Küba Kekliği fidelerinden boyutu en büyük olan 3 adet bitki yaprağı ve boyutu en küçük olan 3 adet bitki yaprağı deneme ortamlarındaki bitkilerden kopartılmıştır. Bitkilerden koparılan yapraklar milimetrik kâğıt üstüne sırayla dizilmiş ve ölçümleri yapılarak kayıt altına alınmıştır. Yaprak yüzey alanlarının tespiti için AutoCad 2018 programı kullanılmıştır. Bu amaçla milimetrik kâğıt üzerinde çekilmiş olan yaprak resimleri AutoCad 2018 programında sayısallaştırılarak yaprak yüzey alanları ve yaprak çevre uzunluklarının ölçümleri üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Deneme ortamlarındaki Küba Kekliği fidelerinin boy gelişimleri milimetrik hassasiyetteki cetvel kullanılarak yapılmış ve belirli periyotlarda boy ölçümleri tekrarlanmıştır.



Şekil 2. Küba Kekliği denemelerinin zamansal gelişimi.
Figure 2. Temporal evolution of Cuban Oregano trials.

Küba Kekliği fideleri denemelerin 135. gününde saksılardan çıkarılmış pisetler yardımıyla kök bölgesindeki toprak yıkanmış ve bitki köklerinden uzaklaştırılmıştır. Daha sonra fideler milimetrik kâğıt üzerinde fotoğraflanarak kayıt altına alınmıştır. Fotoğraflama işlemi bittikten sonra bitkilerin toprak üstü ve toprak altı biyomasları makasla kesilerek ayrılmış ve ayrı ayrı ağırlıkları hassas terazi yardımıyla tespit edilmiştir.

BULGULAR

Küba kekliği fidelerinde büyük yapraklardaki ortalama yaprak yüzey alanı 4-6,33 cm² arasında değişmiştir. En yüksek yaprak yüzey alanına 700 cc saksı hacmi ve 10 g katı solucan gübresi+torfun olduğu T1 ve 450 cc ve 10 g katı solucan gübresi+torfun olduğu T5 ortamlarında rastlanırken, en düşük yaprak yüzey alanına 700 cc saksı hacminde ve sadece torfun kullanıldığı T3 deneme ortamlarında rastlanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekliği) 5'li denemesi yaprak alan ve çevre ölçüleri.

Table 3. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Cuban Oregano) 5 piece test leaf area and circumference measurements.

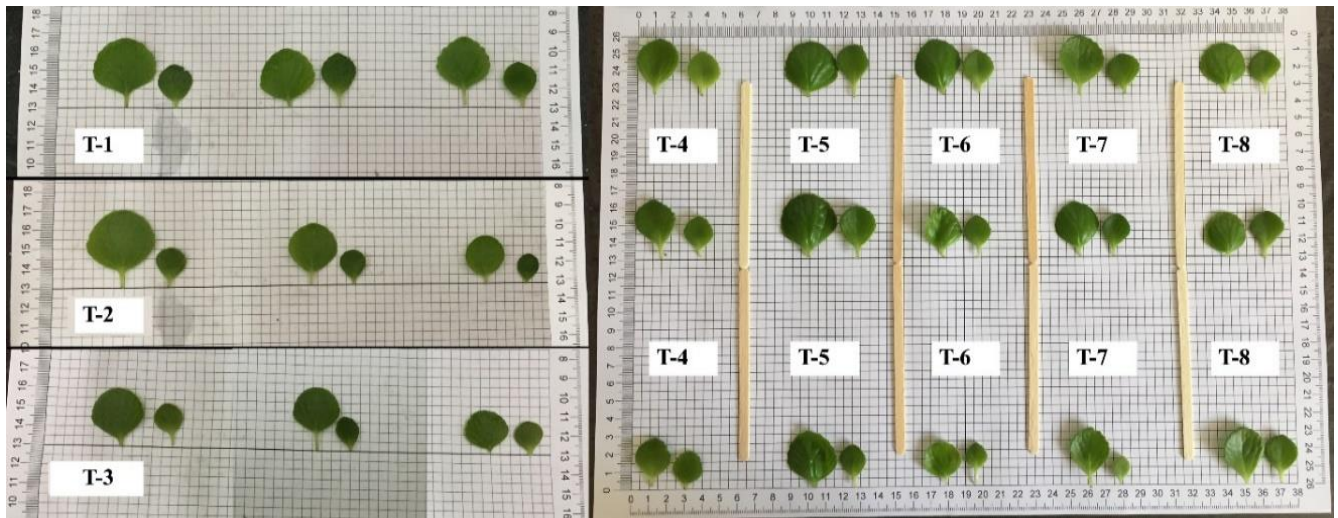
Yaprak Şekli	T-1		T-2		T-3		T-4	
	Alan (cm ²)	Çevre (cm)	Alan (cm ²)	Çevre (cm)	Alan (cm ²)	Çevre (cm)	Alan (cm ²)	Çevre (cm)
1. Büyük Yaprak	7	10,99	8	11,71	5	8,45	5	8,58
2. Büyük Yaprak	6	10,35	5	8,53	4	8,35	4	8,77
3. Büyük Yaprak	6	9,46	3	6,94	3	6,64	3	7,52
Ortalama	6,33	10,27	5,33	9,06	4,00	7,81	4,00	8,29
1. Küçük Yaprak	3	6,28	2	5,53	2	5,42	3	6,76
2. Küçük Yaprak	3	7,25	1	4,80	1	4,39	2	6,19
3. Küçük Yaprak	2	6,34	1	4,03	1	4,25	2	5,92
Ortalama	2,67	6,62	1,33	4,79	1,33	4,69	2,33	6,29
Genel Toplam	9,00	16,89	6,66	13,85	5,33	12,5	6,33	14,58
Yaprak Şekli	T-5		T-6		T-7		T-8	
	Alan (cm ²)	Çevre (cm)	Alan (cm ²)	Çevre (cm)	Alan (cm ²)	Çevre (cm)	Alan (cm ²)	Çevre (cm)
1. Büyük Yaprak	7	10,42	5	8,97	5	9,48	5	8,48
2. Büyük Yaprak	6	9,85	4	7,75	5	8,68	5	8,67
3. Büyük Yaprak	6	9,33	3	7,21	4	9,06	4	7,72
Ortalama	6,33	9,87	4	7,98	4,67	9,07	4,67	8,29
1. Küçük Yaprak	4	7,99	3	6,73	3	6,65	2	6,69
2. Küçük Yaprak	3	7,77	2	6,12	2	6,42	3	7,75
3. Küçük Yaprak	2	6	1	5,96	1	4,04	3	7,27
Ortalama	3,00	7,25	2,00	6,27	2,00	5,70	2,67	7,24
Genel Toplam	9,33	17,12	6,00	14,25	6,67	14,77	7,34	15,53

İlgili değerlerden de görüleceği üzere farklı saksı boyutlarında ve sadece torfun olduğu büyüme ortamlarında en düşük yaprak yüzey alanı elde edilirken; en fazla yüzey alanı sadece katı solucan gübresinin uygulandığı denemelerden elde edilmiştir. 450 cc hacminde 10 g katı solucan gübresi uygulaması ile büyük yaprakların yüzey alanlarında %37 oranında bir artış sağlanmıştır. Büyük+küçük tüm yaprak yüzey alanları dikkate alındığında 700 cc hacmindeki saksıda en fazla alan 9 cm² ile 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı T1 deneme ortamında, en düşük yaprak yüzey alanı 5,33 cm² ile solucan gübresi uygulaması yapılmayan T2 deneme alanından elde edilmiştir. 700 cc saksıda sıvı solucan gübresinin büyüme üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir. 450 cc hacmindeki saksıda en fazla yaprak yüzey alanına 9,33 cm² ile 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı T5 deneme ortamında; en düşük yaprak yüzey alanına ise solucan gübresi uygulaması olmayan T4 ortamında rastlanmıştır. 250 cc hacmindeki saksıda en yüksek yaprak yüzey alanına 7,34 cm² ile 20 g katı+10 ml

sıvı solucan gübresinin uygulandığı T8 ortamında; en düşük yaprak yüzey alanına 6 cm² ile solucan gübresi uygulaması yapılmayan T6 ortamında rastlanmıştır. 250 cc hacmindeki saksıda katı ve sıvı solucan gübresi uygulamalarının Küba Kekiği yavrularında yaprak yüzey alanı gelişiminde etkili olduğu kolaylıkla söylenebilir.

Tüm saksı tiplerine göre en yüksek toplam yaprak yüzey alanına 9,33 cm² ile 450 cc saksı hacminde ve 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı denemelerde rastlanmıştır (Tablo 3). 700 cc saksı hacminde en geniş yaprak çevresinde (büyük yaprak +küçük yaprak toplamı) 16,89 cm ile 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı T1 denemesinde; en düşük yaprak çevresine ise 12,5 cm ile

solucan gübresi uygulaması yapılmayan T3 ortamında rastlanmıştır. 700 cc saksı hacminde bitki gelişimde en başarılı deneme torf ile birlikte 10 g katı solucanın uygulandığı denemeden elde edilmiştir. 450 cc saksı hacminde en geniş yaprak çevresine 10 g katı solucan gübresinin kullanıldığı T5 deneme ortamından elde edilmiştir. 250 cc hacmindeki saksılarda en geniş yaprak çevresi 15,53 cm ile 20 g katı solucan gübresi+10 ml sıvı solucan gübresinin uygulandığı T8 deneme ortamından elde edilmiştir. Tüm saksı guruplarında en geniş yaprak çevresinde en geniş yaprak yüzey alanının elde edildiği T5 deneme ortamından elde edilmiştir (Tablo 3, Şekil 3).



Şekil 3. Farklı tip gübreleme uygulamalarının yaprakların gelişimine etkisi.

Figure 3. The effect of different types of nutrition application on the development of leaves.

Farklı büyüme ortamlarında en zayıf kök gelişimi 250 cc hacmindeki saksıda ve sadece torf ortamında yetiştirilen T6 ortamında rastlanmıştır (Şekil 4).

Denemelerde en yüksek toprak altı biyomas 700 cc hacmindeki saksıda ve torf+10 g katı solucan gübresi ortamından (T-1) elde edilirken; en düşük toprak altı biyomas 1,03 g ile 250 cc saksı hacminde 15g katı+10 ml sıvı solucan gübresinin uygulandığı T7 ortamından elde edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Küba Kekiği denemelerinin toprak altı ve toprak üstü biyokütle ağırlıkları (g).

Table 4. Aboveground and belowground biomass weight in the Cuban Oregano trials (g).

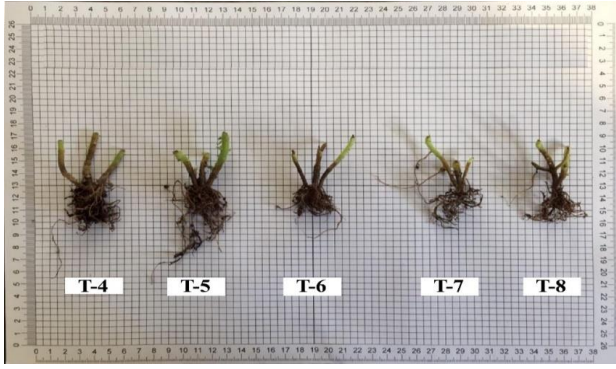
Saksı hacmi (cc)	Bitki Kodları	Toprak Altı Ağırlıkları (g)	Toprak Üstü Ağırlıkları (g)	Toplam Ağırlık (g)	Kök/Gövde Oranı
700 cc	T-1	12,35	6,89	19,24	1,79
700 cc	T-2	7,05	7,07	14,12	1,00
700 cc	T-3	11,67	7,53	19,20	1,55
450 cc	T-4	3,7	15,66	19,39	0,24
450 cc	T-5	2,76	15,23	17,99	0,18
250 cc	T-6	1,54	5,99	7,53	0,26
250 cc	T-7	1,03	7,02	8,23	0,14
250 cc	T-8	1,38	7,38	8,76	0,19



Şekil 4. Farklı gübre uygulamalarının torf ortamında Küba Kekiği bitkinin toprak üstü ve toprak altı biyomas gelişimine etkisi.

Figure 4. The effect of different nutrition application on the above and below ground biomass development of the Cuban Oregano plant in peat environment.

En yüksek toprak üstü biyomas 15,66 g 450 cc hacmindeki saksıda ve sadece torf T4 ortamında, en düşük toprak üstü biyomas ise 7,02 g ile 250 cc hacmindeki saksıda ve 15 g katı+10 ml sıvı solucan gübresi T7 ortamında elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Küba Kekiği denemelerinin toprak altı biyokütle örnekleri.

Figure 5. Below ground biomass in Cuban Oregano trials.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sonuç olarak çalışma kapsamında organik katı solucan ve sıvı solucan gübre uygulamaları sonucunda farklı besi ortamlarındaki saksılarda *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Küba Kekiği)'nin 135 günlük gelişim süreci içerisinde kontrol gruplarına kıyasla solucan gübresi uygulanan denemelerde yaprak yüzey boyutları, yaprak yüzey alanı ve çevresi, yaprak rengi, parlaklığı, kalınlığı ve biyokütle gelişimi özellikleri açısından farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek yaprak yüzey alanı 9,33 cm² ile 450 cc hacmindeki saksıda ve torf ortamında 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı T5 denemesinde rastlamıştır. 700 cc hacminde ve torf ortamında en yüksek yaprak yüzey alanına 6,33 cm² ve en yüksek toplam biyomas miktarına 19,24 g ile 10 g katı solucan gübresinin uygulandığı T1 ortamında, en düşük yaprak yüzey alanı 4 cm² ile gübre uygulanmayan ortamdaki elde edilmiştir. 700 cc hacmindeki Küba Kekiği fidelerinde 10 g katı solucan gübresi uygulaması ile toplam yaprak yüzey alanında %36,80 oranında bir artış sağlanmış olması Küba Kekiği fidelerinin gelişmesinde katı solucan gübresinin etkili olduğunun bir kanıtı olarak sunulabilir. Küba Kekiği fidelerinin gelişmesinde katı ve sıvının birlikte uygulanmasının sadece katı solucan gübresi uygulamasına kıyasla daha düşük yönde bir gelişim yaptığı görülmüştür. Bu nedenle 700 cc hacmindeki saksılarda tek seferde uygulanan 10 g katı solucan gübresinin yeterli olduğu söylenebilir. 450 cc hacminde de 700 cc hacmindeki saksıdaki gelişime benzer bir gelişim tespit edilmiştir. 450 cc hacmindeki saksıdaki Küba Kekiği fideleri aynı hacimde gübresiz kontrol uygulamasına kıyasla yaprak gelişiminde %32 daha yüksek bir gelişim göstermiştir. Bu da göstermektedir ki 450 cc hacmindeki saksılarda tek seferde uygulanan 10 g katı solucan gübresi bitki gelişimine olumlu yönde katkı sağlamıştır. 250 cc hacmindeki saksıda en yüksek yaprak yüzey alanına 20 g katı solucan gübresi+10 ml sıvı solucan gübresinin uygulandığı saksıdan elde edilmiştir. Aynı saksı gurubunda

sıvı solucan gübresinin sabit tutulup katı solucan gübresinin %33 oranında artırılması sonucu bitki yaprak yüzey alanında sadece % 10 oranında artış olmuştur. Buna göre Küba Kekiği fidelerinin yetiştirilmesinde 250 cc hacmindeki saksılarda diğer saksılarda olduğu gibi 10 g katı solucan gübresi uygulamasının yeterli olduğu söylenebilir. Yapılan pek çok çalışmada organik solucan gübresinin bitki büyümesi, yaprak ve sürgün gelişimini arttırdığı ortaya konulmuştur (Atiyeh vd., 2001; Arancon vd., 2006; Oğuztürk vd., 2018; Blouin vd., 2019). Deneme yerinin oda koşullarında ve batı bakıda olması ve güneş alan yüzeyin (yaklaşık 2 m²) ve güneşlenme süresinin fazla olmamasının bitki gelişimine olumsuz yönde etki ettiği düşünülmektedir. Küba kekiği bitkisi fonksiyonel ve estetik özellikleri açısından peyzaj tasarımlarında yapılacak olan tıbbi ve aromatik bahçe düzenlemelerinde, iç mekan ve saksı tasarımlarında, koku, çatı ve kaya bahçelerinde, kademe bitkilendirilmesinde vb. bir çok alanda kullanılacak bir türdür. Bu açıdan Küba Kekiği bitkisinin nemli Rize koşullarına adapte edilmesi oldukça önemlidir. Ancak, Rize'nin ekolojik koşullarında (iç ve dış mekanlarda) Küba Kekiği bitkisinin gelişimi ile alakalı daha detaylı bilgilerin elde edilmesi ve ekolojik adaptasyonun başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için, bitki gelişimine etki eden diğer faktörler (örneğin toprak türü, pH, toprak nemi, ortam sıcaklığı, solar radyasyon, rüzgar, vb.) ile alakalı yeni çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Küba Kekiği materyallerini sağlayan Çiftekavak Seraları sahibi Sayın Hüseyin Dilsiz beye, Organik solucan gübresini sağlayan LAZUTİM şirketine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Andarwulan, N., Yuliana, N.D., Hasna, E., Aziz, S.A. & Davis, T.D. (2014).** Comparative analysis of three torbangun clones (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng) based on phenotypic characteristics and phenolic content. *American Journal of Plant Sciences*, 5(24), 3673. DOI: [10.4236/ajps.2014.524383](https://doi.org/10.4236/ajps.2014.524383)
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Babenko, A., Cannon, J., Galvis, P. & Metzger, J.D. (2008).** Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, Growth and Flowering of Petunias in The Greenhouse. *Applied Soil Ecology*, 39(1), 91-99. DOI: [10.1016/j.apsoil.2007.11.010](https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.11.010)
- Arumugam, G., Swamy, M.K. & Sinniah, U.R. (2016).** *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng:

- botanical, phytochemical, pharmacological and nutritional significance. *Molecules*, *21*(4), 369.
- Asri, F.Ö., Demirtaş, E.I., Özkan, C.F. & Arı, N. (2011).** Organik ve kimyasal gübre uygulamalarının hıyar bitkisinin verim, kalite ve mineral içeriklerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *24*(2), 139-143.
- Atılğan, A., Coşkan, A., Saltuk, B. & Erkan, M. (2007).** Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. *Ekoloji*, *15*(62), 37-47.
- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. & Metzger, J.D. (2001).** Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*, *78*(1), 11-20.
- Blouin, M., Barrere, J., Meyer, N., Lartigue, S., Barot, S. & Mathieu, J. (2019).** Vermicompost significantly affects plant growth. a meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, *39*(34), 1-15. DOI: [10.1007/s13593-019-0579-x](https://doi.org/10.1007/s13593-019-0579-x)
- Aygün, Y. & Acar, M. (2004).** Organik gübreler ve önemi, *Hasat Dergisi*, *228*, 68-72.
- Bhatt, P., Joseph, G.S., Negi, P.S. & Varadaraj, M.C. (2013).** Chemical composition and nutraceutical potential of indian borage (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng) stem extract. *Journal of Chemistry*, *2013*, 1-7. DOI: [10.1155/2013/320329](https://doi.org/10.1155/2013/320329)
- Düzgüneş, E. & Oğuztürk, T. (2019).** Rize Belediyesi (İli) atık yönetim yaklaşımının ekolojik boyutunun irdelenmesi. *Ereğli International Science and Academic Congress (Ereğli Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi)*, 9-10 Mart 2019, Ereğli-Konya, Türkiye, 93-105.
- Kaliappan, N.D. & Viswanathan, P.K. (2008).** Pharmacognostical studies on the leaves of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. *International Journal of Green Pharmacy*, *2*(3), 182-184.
- Oğuztürk, T., Yüksek, T. & Çorbacı, Ö.L. (2018).** Kimyasal ve organik gübre uygulamalarının *Solanum pseudocapsicum* bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. *European Conference On Science, Art Culture (Ecsac)*, 19 - 22 Nisan 2018, Antalya, Türkiye, 469-476.
- Yüksek, T., Yüksek, F. & Sütlü, E. (2013).** Çay tarımında gübreleme sorunları sürdürülebilir çay tarımı için yeni stratejiler, *II. Rize Kalkınma Sempozyumu*, Rize, 3-4 Mayıs 2013, Türkiye 89-100.
- Yüksek, T., Verep, B. & Baltacı, C. (2017).** Hayvan gübresinden elde edilen sıvı solucan gübresinin iz ve besin elementleri açısından incelenmesi, *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *5*(8), 986-991.
- Yüksek, T., Atamov, V. & Türüt, K. (2019).** Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı Kalifornia solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, *4*(2), 263-271. DOI: [10.35229/jaes.586428](https://doi.org/10.35229/jaes.586428)
- Zhang, B., Wijesundara, N.M., Abbey, L. & Rupasinghe, H.P.V. (2017).** Growing medium amendments effect on growth, secondary metabolites and anti-streptococcal activity of two species of *Plectranthus*, *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, *5*, 53-59. DOI: [10.1016/j.jarmap.2016.11.001](https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.11.001)



Ağrı Balık Gölü Balıkçılığının Genel Durumu

Adem Sezai BOZAOĞLU

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Van, Türkiye

Geliş/Received: 14.10.2020

Kabul/Accepted: 16.12.2020

Atf yapmak için: Bozaoğlu, A.S. (2020). Ağrı Balık Gölü Balıkçılığının Genel Durumu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 750-758.

How to cite: Bozaoğlu, A.S. (2020). General Status of Lake Ağrı Balık Fishery. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 750-758.

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

***Sorumlu yazarın:**

Adem Sezai BOZAOĞLU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri
Fakültesi, Van, Türkiye.
✉: sbozaoglu@hotmail.com
Cep telefonu : +90 (533) 653 23 45

Öz: Bu çalışma Balık Gölü'nde balıkçılığın genel durumunun belirlenebilmesi için Temmuz-Ekim 2019 tarihleri arasında, 28 balıkçı ile yüz yüze anket görüşmesi yapılarak gerçekleştirilmiştir. 0,4 donam faktörü ile donatılmış 140, 150 ve 160 mm ağ göz açıklığına sahip multifilament fanyalı uzatma ağları ile 0,4 donam faktörü ile donatılmış 80 ve 100 mm ağ göz açıklığına sahip monofilament sade uzatma ağlarının kullanıldığı saptanmıştır. Bu ağları kullanan teknelerin ortalama yaşı 11,14±5,03 yıl, ortalama boyu 5,54±0,34 m, ortalama motor yaşı 11,61±3,97 yıl ve ortalama motor gücü 9,50±1,80 olarak tespit edilmiştir. Gölde yıllık 6326 kg balık avlandığı belirlenmiştir. Teknelerde ortalama 1,10±0,31 tayfanın sürekli olarak, pay karşılığında çalıştığı saptanmıştır. Balıkçıların %68'inin ilkökul, %18'inin ortaokul ve %14'ünün lise mezunu olduğu tespit edilmiştir. Balıkçıların ortalama yaşınının 36,03±8,16 olduğu, %93'ünün evli ve ortalama çocuk sayısının 3,89±1,77 olduğu saptanmıştır. Balıkçıların hepsinin ev sahibi olduğu belirlenmiştir. Hiçbirinin sağlık sigortasının olmadığı, bunun yerine hepsinin yeşil kartının olduğu tespit edilmiştir. Ankete katılan balıkçıların %59'u çocuklarının bu işi yapmasını istemediğini belirtmişlerdir. Ayrıca tamamının balıkçılığı bırakmayı düşünmedikleri tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre balıkçıların hepsinin ikinci bir işinin olduğu belirlenmiştir. Çoğunluğunun inşaatta işçi olarak çalıştığı, bunun yanında hayvancılık ile de uğraştıkları saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Balıkçılık, fanyalı uzatma ağı, sade uzatma ağı, sosyo-ekonomik yapı.

General Status of Lake Ağrı Balık Fishery

Abstract: This study was carried out by conducting face to face interviews with 28 fishermen between July and October 2019 to identify general situation of fisheries in Lake Balık. It was found out that there were trammel nets with mesh sizes of 140, 150 and 160 mm equipped with hanging ratio of 0.4. Furthermore, gillnets with mesh sizes of 80 and 100 mm equipped with hanging ratio of 0.4 were also observed. The average age of the boats using these trammel and gillnet was 11.14±5.03 years, while the average length was 5.54 ± 0.34 m. On the other hand, the average engine age was 11.61±3.97 years, and the average engine power was 9.50±1.80. It was revealed that 6326 kg of fish were caught annually in the lake. In terms of the economical situation of the crew, it was found out that 1.10±0.31 of the crew were working continuously for share on average. According to the answers related to educational background, it was noted down that 68% of fishermen were primary school, 18% were middle school and 14% were high school graduates. For marital status and family structures, it was observed that the average age of fishermen was 36.03±8.16, and 93% of them were married. The average number of children was 3.89±1.77. Also, all of the fishermen were homeowners. Questions related to health insurance issue highlighted that none of the fishermen had health insurance, but all of them had green cards which are given by the government for people who are low in budget. 59% of the fishermen in the survey stated that they did not want their children to become fishermen in the future, while all of the fishermen in the study did not consider stopping fishing. According to the results of the research, it was determined that all the fishermen had a second job. It has been determined that most of them work as construction workers, as well as animal husbandry.

***Corresponding author's:**

Adem Sezai BOZAOĞLU
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of
Fisheries, Van, Turkey.
✉: sbozaoglu@hotmail.com
Mobile telephone : +90 (533) 653 23 45

Keywords: Fisheries, gill net, trammel net, socio-economic structure.

GİRİŞ

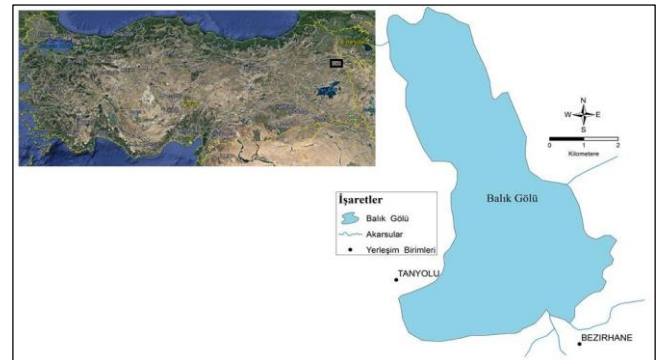
Ağrı Balık Gölü Ağrı il sınırlarında yer alan bölgenin en önemli balıkçılık sahalarının başında yer almaktadır. Gölde yerli tür olarak sazan (*Cyprinus carpio*) (Linnaeus, 1758), doğal alabalık (*Salmo trutta*) (Linnaeus, 1758) ve siraz (*Capoeta capoeta*) (Guldenstaedt, 1772) olmak üzere 2 familyaya ait 3 tür bulunmaktadır (Öztürk, 2014). Ağrı Balık Gölü'nün yüzeyi, yüksek rakımı nedeniyle, Ocak ve Mayıs ayları arasında tamamen buzla kaplanmaktadır. Haziran ayından itibaren göl yüzeyindeki buzların erimesiyle balıkçılık faaliyetlerinin başladığı gölde, yılın 7 ayı balıkçılık yapılmaktadır. Ülkemizde 2019 yılında iç sulardan avcılık yolu ile 31596 ton balık elde edilmiş olup 3999 ton ile bu rakamın yaklaşık % 10'luk bölümünü sazan, siraz ve doğal alabalık oluşturmaktadır (TÜİK, 2020). Bu türler aynı zamanda Ağrı Balık Gölü'ndeki hedef türleri olmaktadır. Bu türlerin avcılığında sadece multifilament fanyalı ve monofilament sade uzatma ağıları kullanılmaktadır. 2020 yılı verilerine göre Türkiye iç sularında 2831 adet balıkçı teknesi vardır (TÜİK, 2020). Yapılan arazi çalışması sonucunda Balık Gölü'nde 28 teknenin avcılık yaptığı tespit edilmiştir.

Karmaşık ve dinamik bir yapıya sahip olan balıkçılık yönetiminin temel amacı balık stoklarının sürdürülebilir kullanımını sağlamaktır. Bu bağlamda sürdürülebilirlik, bir balıkçının kaynağın üretim kapasitesini engellemeden devamlı o kaynaktan faydalanması anlamına gelir (Kolding & van Zwieten, 2014). Balıkçılık yönetiminin başarısı temelde, büyük ölçüde sağlıklı veri toplanması ve bunların doğru metotlarla işlenmesine bağlıdır (Ünal, 2003). Bu verilerin önemli bir bölümünü biyolojik veriler, av araç gereçleriyle ilgili veriler, demografik ve sosyo-ekonomik veriler oluşturmaktadır (Mutlu vd., 2018a; Mutlu vd., 2018b). Bir bölgedeki balıkçılık yapan kişi ve balıkçı tekne sayısı, av araçları çeşitliliği ve kapasitesi, avlanan türler ve av miktarları, gerekli ve önemlidir. Bu tür verilerin sürekli alınması ve izlenmesi gerekir (Tokaç vd., 2007). Balıkçılığın sürdürülebilirliğin sağlanması için sadece ekolojik ve biyolojik verilerin toplanması yeterli olmayabilir. Bunun yanında sosyo-ekonomik verilerin toplanmasına da ihtiyaç vardır. Özellikle küçük ölçekli balıkçılığın yapıldığı iç sularda bu verilerin toplanması daha da önemlidir. Bu bağlamda Türkiye'de iç sularda balıkçılık yapılan alanlarda balıkçılığın sosyo-ekonomik yapısı ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Avan, 2007; Ergüden vd., 2007; Dartay vd., 2009; Doğan, 2009; Yiğit vd., 2009; Özer vd., 2010; Uzmanoğlu & Soylu, 2012; Demirel & Yüksel, 2013; Uzmanoğlu vd., 2013; Mete & Yüksel, 2014; Korkut vd., 2015; Dartay & Canpolat, 2017; Akkuş & Bozaoğlu, 2019; Bozaoğlu & Akkuş, 2019; Bozaoğlu & Yeşil, 2019; Yılmaz & Pulatsü, 2019; Reis vd., 2020). Bu araştırma, Ağrı Balık Gölü balıkçılarının sosyo-ekonomik analizi üzerine yapılmış ilk çalışmadır. Sosyo-ekonomik açıdan büyük öneme sahip

küçük ölçekli balıkçılığın sürdürülebilirliğinin sağlanması için etkin ve doğru yönetim politikalarına ihtiyaç vardır (Karakuş, 2015). Bu çalışmada, Balık Gölü balıkçılığının sosyo-ekonomik yapısı, kullanılan av araçları ile balıkçı teknelerinin özellikleri, gölde avlanan balık miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Fırat Havzası'nın önemli balıkçılık sahalarından biri olan Balık Gölü'nde yürütülmüştür (Şekil 1). Doğubayazıt ilçe merkezinin kuzeybatı uç noktasında yer alan Balık Gölü, Doğubayazıt ilçe merkezine 54 km, Taşlıçay ilçe merkezine ise 27 km uzaklıkta bulunmaktadır. Yüksek dağ sıraları arasındaki bir çöküntü alanı içerisinde kuzey-güney doğrultusunda uzanan 34 km² yüzey alanına sahip ve deniz seviyesinden 2241 metre yükseklikte yer alan Balık Gölü tipik bir lav seti gölüdür. Balık Gölü deniz seviyesinden 2241 m yükseklikte yer alması nedeniyle, Türkiye'nin en yüksekte yer alan doğal gölü olma özelliğini taşır. Gölün şekli düzensiz olup kenar çizgileri oldukça girinti ve çıkıntılıdır (Karabulut, 2018). Çalışma kapsamında, Temmuz-Ekim 2019 tarihleri arasında, Balık Gölü'nde aktif olarak çalışan 28 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 ve sade uzatma ağılarının teknik özellikleri, avcılık operasyon bilgileri ile bu ağıları kullanan teknelerin özellikleri yerinde incelenmiştir. Kullanılan ağın teknik özellikleri FAO standartlarına göre çizilmiştir. Ağıların teknik özelliklerinin çiziminde "Corel Draw 12" programı kullanılmıştır.



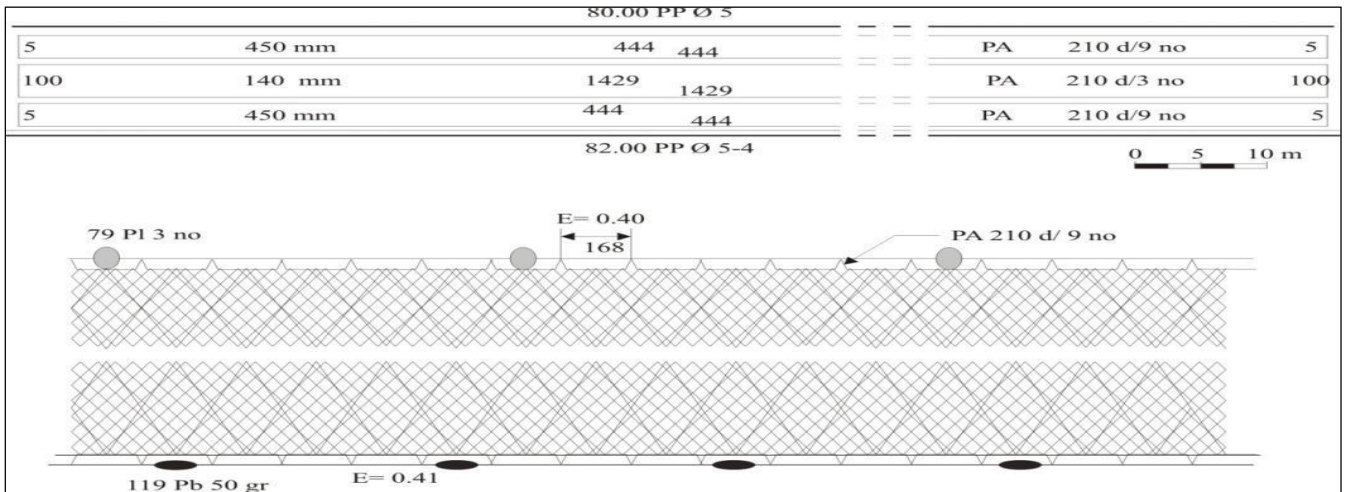
Şekil 1. Araştırma alanı.
Figure 1. Research area.

BULGULAR

Balık Gölü'nde iki farklı uzatma ağı kullanıldığı tespit edilmiştir. Sazan ve siraz balıklarının avcılığı için multifilament fanyalı uzatma ağları, alabalık avcılığı için ise sade monofilament uzatma ağlarının kullanıldığı belirlenmiştir.

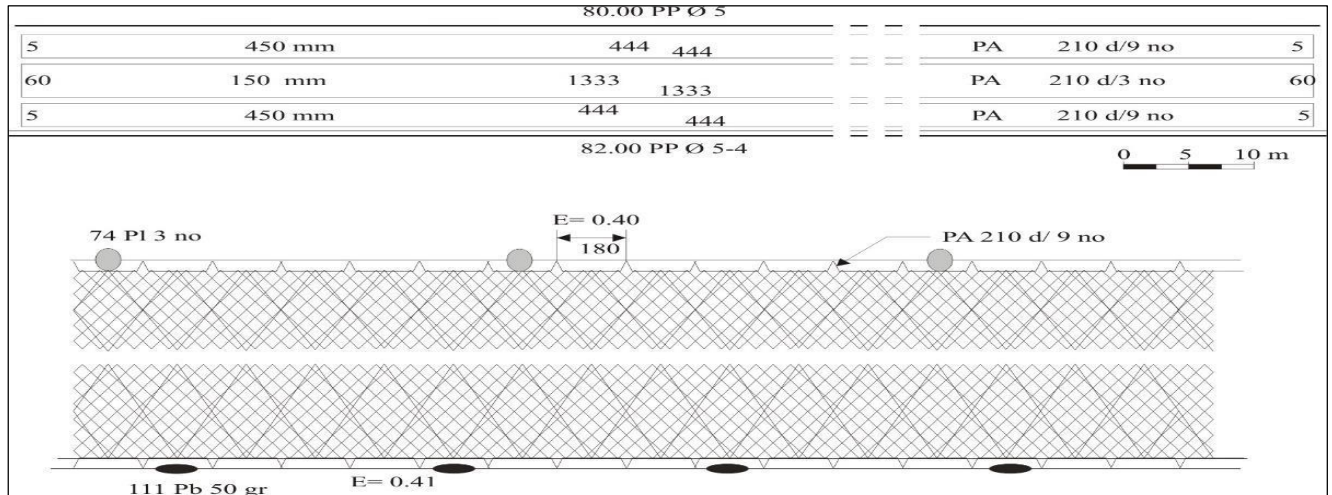
Fanyalı Multifilament Uzatma Ağının Teknik Özellikleri: Balık Gölü'nde kullanılan fanyalı uzatma ağları 0,4 donam faktörü ile donatılmıştır. Torlar; 210 denye 3 numara ip kalınlığında, Poliamid (PA), 140, 150 ve 160 mm

tam göz boyunda ve ağın derinliği 60 gözden oluşmaktadır. Fanyalar ise; 210 denye 9 numara ip kalınlığında, PA, 450 tam göz boyunda ve 5 göz derinliğindedir. Mantar yakada 80 m uzunluğunda Polipropilen (PP) 5 mm çaplı ana halat ile 69-79 adet arasında plastik (PI) 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 104-119 adet arasında 50 gr'lık kurşun (Pb) kullanılmaktadır. Bu uzatma ağları mantar yakaya %40, kurşun yakaya ise %41 donam faktörü ile donatılmıştır (Şekil 2,3,4).



Şekil 2. Sazan avcılığında kullanılan 140 mm ağ göz açıklığına sahip fanyalı uzatma ağının teknik planı.

Figure 2. Technical plan of mesh size of 140 mm trammel net used for carp.



Şekil 3. Sazan avcılığında kullanılan 150 mm ağ göz açıklığına sahip fanyalı uzatma ağının teknik planı.

Figure 3. Technical plan of mesh size of 150 mm trammel net used for carp.

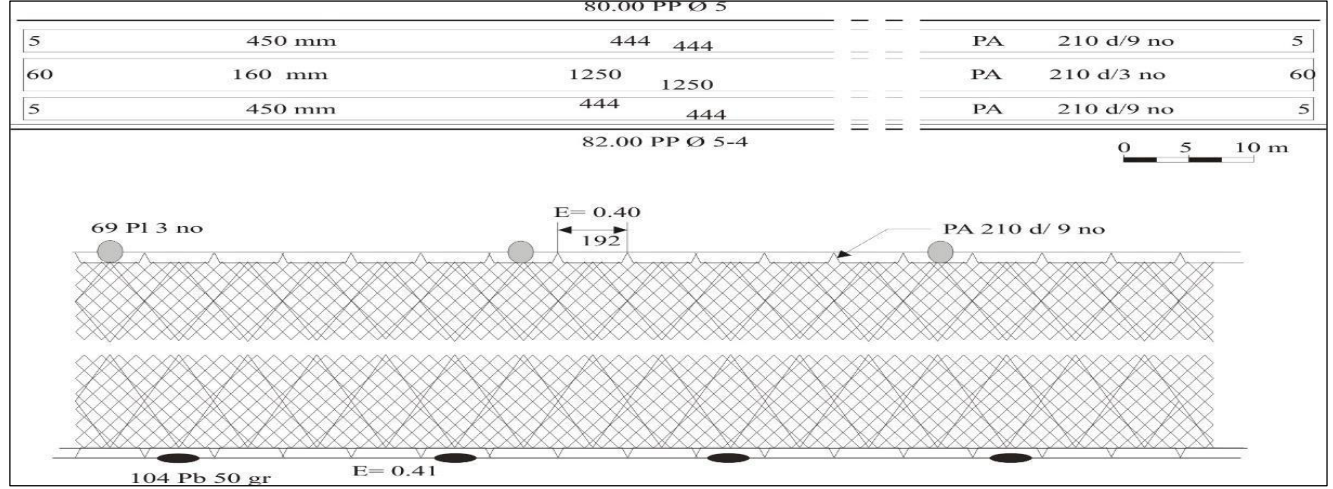
Sade Monofilament Uzatma Ağının Teknik Özellikleri: Monofilament poliamid yapıda olan sade uzatma ağların tor göz genişliği 40-50 mm, yüksekliğine göz sayısı 100 göz, ağ iplik kalınlığı ise 0,20 mm'dir. Her bir posta uzunluğu 80 m olan bu ağlarda, mantar ve kurşun yakalarda 5 numara kalınlığındaki PP halatların tek sıra olarak kullanıldığı, büyüklüğü 3 numara olan mantarlar ve

50 gr olan kurşunlar ile donatıldığı belirlenmiştir (Şekil 5,6).

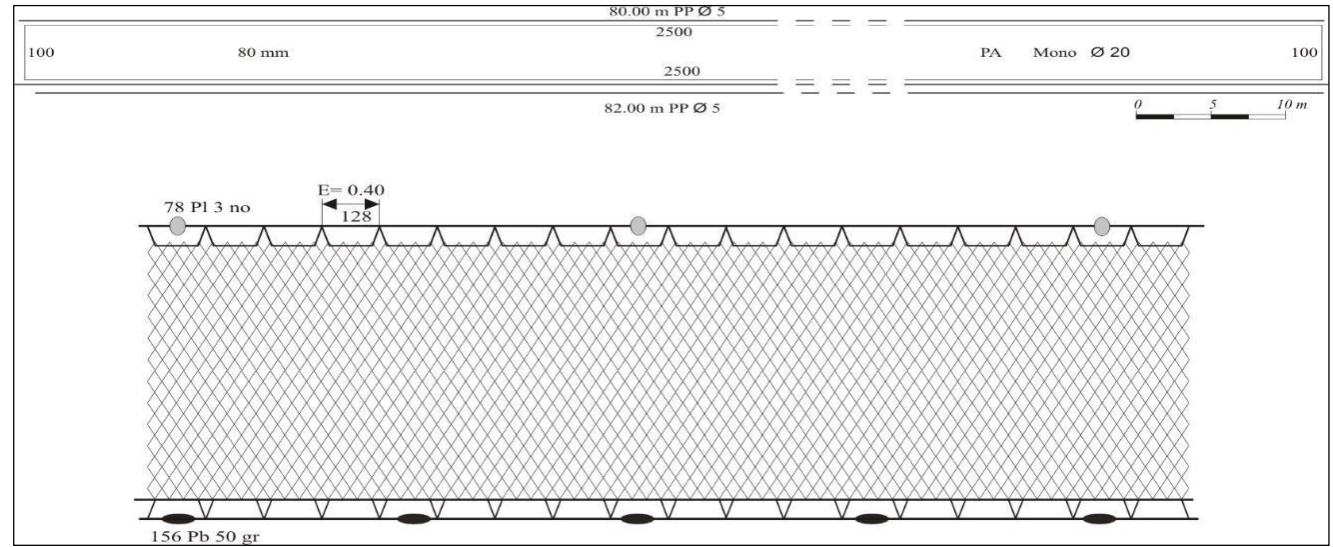
Balıkçı Teknelerinin Özellikleri: Balık Gölü'ndeki tekneler sacdan yapılmış olup, ortalama yaşı 11,14±3 yıl, ortalama boyu 5,54±4 m, ortalama motor yaşı 11,61±7 yıl ve ortalama motor gücü 9,50±1 BG olarak tespit edilmiştir.

Aylara Göre Avlanan Balık Miktarı: Balık Gölü'nde yapılan anket sonuçlarına göre 28 teknenin yıllık 6326 kg balık avladığı tespit edilmiştir. Avlanan balıkların yaklaşık % 95'ini sazan oluşturmaktadır. Toplam avda en yüksek avcılık miktarı Ağustos'ta 1669±13,23 kg, en düşük

avcılık miktarı ise 656±4,25 kg ile Kasım'da gerçekleşmiştir. Diğer aylarda ise sırasıyla Temmuz'da 1239±6,22 kg, Haziran'da 1188±7,26 kg, Eylül'de 812±5,01 kg ve Ekim'de 762±3,28 kg balık avlandığı saptanmıştır (Şekil 7).



Şekil 4. Sazan avcılığında kullanılan 160 mm ağ göz açıklığına sahip fanyalı uzatma ağının teknik planı.
Figure 4. Technical plan of mesh size of 160 mm trammel net used for carp.



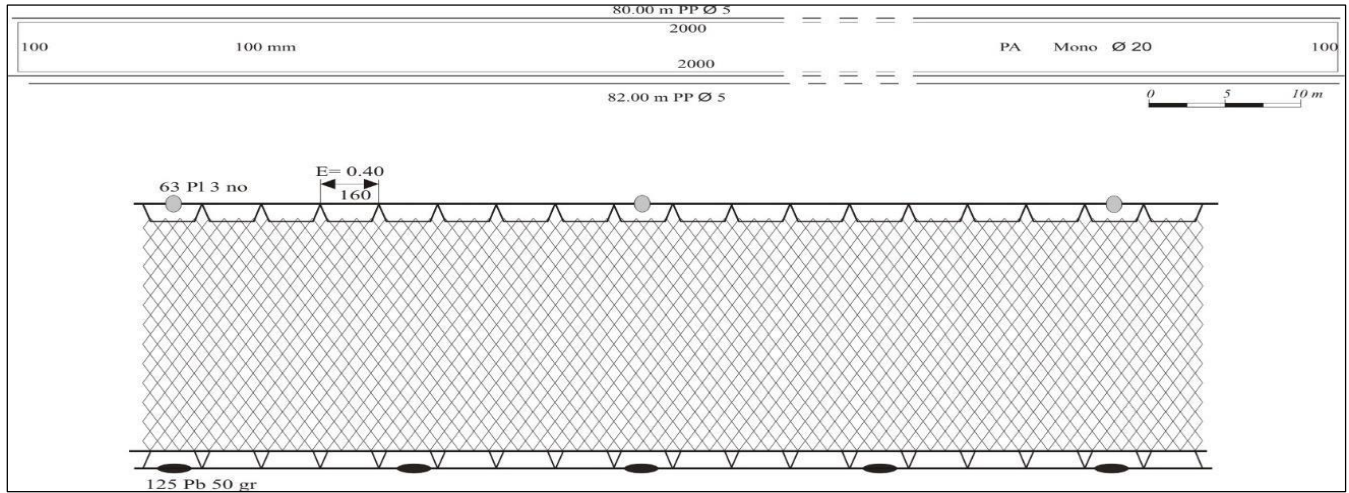
Şekil 5. Alabalık avcılığında kullanılan 80 mm ağ göz açıklığına sahip sade monofilament uzatma ağının teknik planı.
Figure 5. Technical plan of mesh size of 80 mm monofilament gill net used for trout.

Avcılık Yapılan Ortalama Gün Sayısı: Balıkçıların avcılığa çıktıkları ortalama gün sayısı incelendiğinde, en fazla avcılığa 14,83±2,15 gün ile Ağustos'ta, en az avcılığa ise 11,72±1,62 gün ile Kasım ayında çıktıkları saptanmıştır. Diğer avcılığa çıktıkları ortalama gün sayısı ise sırası ile Temmuz'da 14,38±2,35 gün, Eylül'de 13,97±1,70 gün, Haziran'da 12,76±2,56 gün, ve Ekim'de 12,31±1,42 gün olarak tespit edilmiştir (Şekil 8).

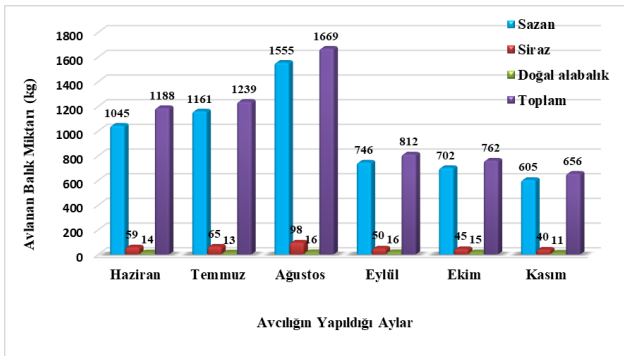
Avcılık Operasyon Bilgileri: Balıkçılarla yapılan anket sonuçlarına göre, ağların ortalama 24 saat suda kaldığı tespit edilmiştir. Genellikle sabah saat 7:00 de atılan ağların

ertesi sabah saat 7:00 de kaldırıldığı belirlenmiştir. Balıkçıların ağlarını 1-8 kulaç arasındaki derinliklere bıraktıkları belirlenmiştir. Balıkçı teknelerin hiçbirinde ağ tamburu olmadığı için ağların el ile atılıp toplandığı tespit edilmiştir.

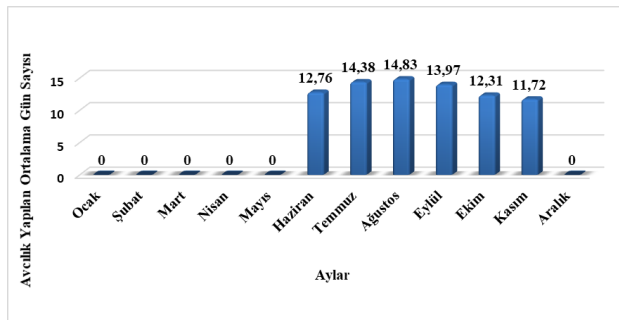
Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Yapısı: Balık Gölü'nde teknelerde çalışan tayfaların ortalama sayısı 1,10±0,31 olarak tespit edilmiştir. Tayfaların hepsinin sürekli ve pay karşılığı çalıştığı tespit edilmiştir. Balık Gölü'nde balıkçıların %68'inin ilkökul, %18'inin ortaokul ve %14'ünün lise mezunu olduğu saptanmıştır. (Şekil 9).



Şekil 6. Alabalık avcılığında kullanılan 100 mm ağ göz açıklığına sahip sade monofilament uzatma ağının teknik planı.
Figure 6. Technical plan of mesh size of 100 mm monofilament gill net used for trout.



Şekil 7. Balık Gölü'nde aylara göre avlanan balık miktarı (kg).
Figure 7. The amount of fish monthly caught in the Lake Balık.



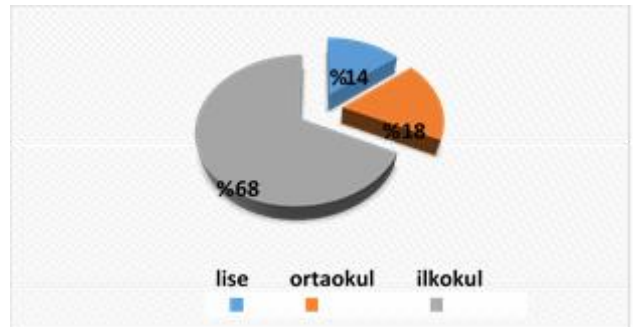
Şekil 8. Avcılık yapılan ortalama gün sayısı.
Figure 8. Average number of days of catching.

Çalışmada, Balık Gölü'nde balıkçılık yapanların ortalama yaşının $36,03 \pm 8,16$ olduğu, %93'ünün evli ve ortalama çocuk sayısının $3,89 \pm 1,77$ olduğu saptanmıştır. Balıkçıların tamamının ev sahibi olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Balık Gölü'nde yerli tür olarak sazan, doğal alabalık ve siraz olmak üzere 2 familyaya ait 3 tür bulunmakta ve avcılığı yapılmaktadır. Ayrıca gölde, göle

Balıkçıların hiçbirinin 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 kendilerinin sattığını beyan etmişlerdir. Ankete katılan balıkçıların %59'unun çocuklarının bu işi meslek olarak yapmasını istemediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, balıkçıların tamamının balıkçılığı bırakmayı düşünmedikleri tespit edilmiştir. Araştırma sonucuna göre balıkçıların hepsinin ikinci bir işinin olduğu belirlenmiştir. Çoğunluğunun inşaatta işçi olarak çalıştığı, bunun yanında hayvancılık ile de uğraştıkları saptanmıştır. Balıkçıların karşılaştıkları en önemli sorun ise bilinçsiz ve aşırı avcılık olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 9. Balıkçıların eğitim durumları.
Figure 9. Education status of fishermen.

nasıl aşılandığı belli olmayan tatlı su kereviti (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) bulunmaktadır. Geçmiş yıllarda doğal alabalık, sazan ve siraz üzerine yoğunlaşan balıkçılık, gölde doğal alabalığın yok olma noktasına gelmesi nedeniyle son yıllarda sazan ve siraz üzerinde

yoğunlaşmıştır. Bu nedenle doğal alabalık avcılığı yıllık yaklaşık olarak 85 kg a kadar düşmüştür. Çalışmadaki anket sonuçlarına göre, gölde 2019 yılında toplam 6326 kg balık avlandığı tespit edilmiştir. İç sularda yapılan diğer araştırmalarda, Nazik Gölü'nde 2019 yılında yaklaşık 55316 kg (Bozaoğlu & Akkuş, 2019), Ulubat Gölü'nde 2006 yılında 642500 kg (Çınar, 2010), Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesi'nde Şubat 1998-Nisan 1999 tarihleri arasında 44670 kg (Duman & Çelik, 2001), Demirköprü Baraj Gölü'nde 2008 - 2015 yılları arasında 21292 kg sazan avlandığı bildirilmiştir (Şen, 2016). Balık Gölü'nde yıllık avlanan balık miktarının diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında düşük olduğu görülmektedir. Bölgenin iklim şartlarından dolayı gölde sadece yılın 7 ayı avcılık yapılabiliyor. Ayrıca, gölde yaşayan tür sayısının az ve sınırlı olması, iklim ve habitat özellikleri ile gölün balık verimliliğinin düşük olması da, yakalanan balık miktarının düşük olmasının diğer nedenleri olarak sıralanabilir.

Balık Gölü'nde sazan avcılığı için 140, 150 ve 160 mm ağ göz açıklığına sahip multifilament fanyalı uzatma ağları kullanırken, alabalık avcılığında ise 80 ve 100 mm ağ göz açıklığına sahip sade monofilament uzatma ağlarının kullanıldığı belirlenmiştir. Yeni Karpuzlu (İpsala-Edirne) Baraj Gölü'nde göz genişliği 32-125 mm arasında değişen fanyalı uzatma ağları kullanıldığı bildirilmiştir (Uzmanoğlu & Soylu, 2012). Eğirdir Gölü'nde Aralık 2009-Nisan 2010 tarihleri arasında yapılan bir çalışmada 100, 110, 120 ve 130 mm göz genişliğinde fanyalı uzatma ağlarının kullanıldığı bildirilmiştir (Çınar, 2010). Eğirdir Gölü'nde 2014 yılında sazan avcılığında 100, 110, 120, 130 ve 140 mm göz açıklığında fanyalı ağlar kullanılmıştır (Cilbiz vd., 2014). Demirköprü Baraj Gölü'nde ticari balıkçıların sazan avcılığında 130, 140, 150, 160 mm göz genişliğinde multifilament uzatma ağlarını kullandıkları belirlenmiştir (Şen, 2016). Manyas Gölü'nde 2015 yılında sazan avcılığında 100, 110, 120, 130 ve 140 mm göz açıklığında fanyalı ağlar kullanılmıştır (Cilbiz vd., 2015). Demirköprü Baraj Gölü'nde 2108 yılında yapılan bir çalışmada sazan avcılığında 130, 140, 150 ve 160 mm ağ göz açıklığında multifilament ağların kullanıldığı bildirilmiştir (Dereli vd., 2018). Karakaya Baraj Gölü'nde gökkuşağı alabalığı avcılığında 40 mm göz genişliğine sahip 0,18-0,23 mm materyal ip kalınlığına sahip monofilament sade uzatma ağı kullanıldığı belirlenmiştir (Ateşşahin vd., 2011). Kainji Gölü'nde 2014 yılında yapılan bir çalışmada alabalık avcılığında 12, 16,5, 18,5, 21,5, 25, 30, 35, 40, 50 ve 60 mm ağ göz genişlikleri test edilmiştir (Yem, 2014). Balık Gölü'nde sazan ve alabalık avcılığı için kullanılan ağların ağ göz açıklıkları ile diğer çalışmalarda ağ göz açıklıkları arasında benzer sonuçlar tespit edilmesinin yanında, Balık Gölü'nde kullanılan ağ göz açıklıklarının daha sınırlı olduğu da belirlenmiştir. Balık Gölü'nde tür çeşitliliğinin az olması

nedeniyle avcılık yalnızca üç tür, sazan, siraz ve alabalık üzerinde yapılmaktadır. Fakat, diğer göller tür zenginliği bakımından Balık Gölü'nden daha zengindir. Yukarıdaki çalışmalarda kullanılan ağlar, *Astacus leptodactylus* Esc., 1823 (Kerevit), *Carassius sp.* (Cıbrır), *Cyprinus carpio* Lin., 1758 (Sazan), *Esox lucius* Lin., 1758 (Turna), *Sander lucioperca* Lin., 1758 (Sudak balığı), *Perca fluviatilis* Lin., 1758 (Tatlısu levreği) gibi büyüklük olarak farklı türlerin avcılığında kullanılmaktadır. Balık Gölü'ne göre tür çeşitliliği bakımından zengin olan göllerde ağ göz genişliğinin farklı olması beklenen bir durumdur. Teknede çalışan ortalama tayfa sayısı $1,10 \pm 0,31$ olarak tespit edilmiştir. Yakın bölgelerde yapılan benzer çalışmalarda, Bitlis ilinde bulunan, Nazik Gölü'nde bu sayı $1,22 \pm 0,73$ (Bozaoğlu & Akkuş, 2019), Van Gölü'nde ise $2,34 \pm 0,77$ olarak bulunmuştur (Bozaoğlu & Yeşil, 2019). Balık Gölü'nde teknede çalışan ortalama tayfa sayısı Nazik Gölü ile benzer olmasına karşın Van Gölü'ne göre daha düşük olduğu görülmektedir. Van Gölü 3712 km² yüzey alanı ile ülkemizin en büyük gölü olup göldeki tekne boyları ortalama $12,4 \pm 2,44$ tür. Nazik Gölü'nde tekne boyu ortalama $6,50 \pm 1,34$ m, Balık Gölü'nde ise $5,54 \pm 0,34$ m'dir. Tekne boyu büyüdükçe ihtiyaç duyulan tayfa sayısı artacağından dolayı çalışmada elde edilen ortalama tayfa sayısının Nazik Gölü ile benzer, Van Gölü'nden düşük çıkması beklenen bir durumdur. Balıkçıların sosyo-ekonomik yapıları incelendiğinde, Balık Gölü'nde avcılık yapan balıkçıların ortalama yaşının $36,03 \pm 8,16$ olduğu tespit edilmiştir. Nazik Gölü'nde yapılan bir çalışmada, balıkçıların ortalama yaşının $36,44 \pm 10,04$ (Bozaoğlu & Akkuş, 2019). Van Gölü'nde yapılan bir çalışmada ise ortalama balıkçı yaşının $40,14 \pm 11,37$ olduğu saptanmıştır (Bozaoğlu & Yeşil, 2019). Çalışmalardan elde edilen verilere bakıldığında çalışmalar arasında benzer sonuçlar tespit edilmiştir. Bu benzerliğin en önemli nedeninin avlak sahalarının birbirine yakın olmasından dolayı balıkçıların benzer bölgesel kültüre sahip olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. İç sularda yapılan diğer çalışmalarda balıkçı yaş aralıklarının Eğirdir, Marmara ve Demirköprü Baraj Gölleri'nde 46-65, (Yılmaz & Pulatsü, 2019). Keban Baraj Gölü'nde 40-52 (Dartay vd., 2010), Ulubat ve Poyrazlar Göllerinde 40-49, (Özer vd., 2010; Yiğit vd., 2009). Seyhan Baraj Gölü'nde 21-65, (Ergüden vd., 2007; Mete & Yüksel, 2014), Beyşehir Gölü'nde 21-59, (Korkut vd., 2015), Seyhan Baraj Gölünde 26 ile 59 (Ergüden vd., 2007), Manyas Gölü'nde 26 ile 72 (Avan, 2007) olarak tespit etmişlerdir. Çalışmalar arasındaki yaş farklılıklarının bölgesel değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Balık Gölü balıkçılarının eğitim durumu incelendiğinde %68'inin ilkökul %18'inin ortaokul ve %14'ünün lise mezunu olduğu saptanmıştır. Yapılan benzer çalışmalarda ise Nazik Gölü balıkçılarının %78'inin ilkökul mezunu olduğu saptanmıştır (Bozaoğlu & Akkuş, 2019). Van

Gölü'nde 2019 yılında yapılan çalışmada balıkçıların 62'sinin ilkokul, %23'ünün ortaokul, % 13'ünün lise ve sadece %2'sinin üniversite mezunu olduğu saptanmıştır (Bozaoğlu & Yeşil, 2019). 2011 yılında Ege Bölgesi'ndeki balıkçıların %54,2'sinin ilkokul mezunu olduğunu bildirmiştir (Doğan & Gönülal, 2011). Tekirdağ ilindeki balıkçıların %64,2'sinin ilkokul, %22,2'sinin ortaokul, %13,1'inin lise eğitime sahip oldukları belirtilmiştir (Güngör vd., 2007). 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 ilkokul, %17,4'ünün ortaokul, %26,3'ünün lise ve %10,2'sinin üniversite mezunu olduğu bildirilmiştir (Doğan, 2009). Hatay (Samandağ) ilinde yapılan çalışmada balıkçıların %7'sinin ilkokul, %53'ünün ortaokul, %26'sının lise ve %14'ünün ise yükseköğretim mezunu olduğunu bildirmişlerdir (Şahinler vd., 2005). Çalışmalar ile bu çalışmada tespit edilen eğitim durumları arasında farklılık tespit edilmiştir. Farklılıkların en önemli nedeninin bölgesel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Sosyal güvence durumları incelendiğinde, balıkçıların hiçbirinin sağlık sigortasının olmadığı, bunun yerine hepsinin yeşil kartının olduğu saptanmıştır. Nazik Gölü'ndeki balıkçıların %85'inin sağlık sigortasının olmadığı bildirilmiştir (Bozaoğlu & Akkuş, 2019). Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi balıkçılarının yarısından fazlasının, %61,29'unun sosyal güvencesinin olmadığı rapor edilmiştir (Dartay vd., 2009). Bu çalışmalarda tespit edilen sosyal güvenlik durumları ile çalışmamızda saptanan sosyal güvenlik durumları arasında nispeten benzerlik tespit edilmiştir. Bunun en önemli nedeninin bölgelerin yakın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanında Gökçeada balıkçılarının %62'sinin sosyal güvencesinin olduğu bildirilmiştir (Doğan & Gönülal, 2011). Orta Karadeniz Bölgesi balıkçılarının %56'sının sosyal güvencesinin olduğu belirtilmiştir (Yücel, 2006). Akdeniz Bölgesi sahil şeridi deniz balıkçılarının %72'sinin sosyal sağlık kuruluşlarına üye oldukları belirtilmiştir (Sağlam & Karadal, 2016). Bu çalışmalarda tespit edilen sosyal güvenlik durumları ile çalışmamızda saptanan sosyal güvenlik durumları arasında farklılık tespit edilmiştir. Bunun en önemli nedeninin ise bölgelerin uzak olması ve farklı bir sosyal yaşantıya sahip olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Balıkçıların barınma durumları incelendiğinde Balık Gölü balıkçılarının tamamının ev sahibi olduğu saptanmıştır. Van Gölü'nde yapılan bir çalışmada balıkçıların ev sahibi olma oranının %70 olduğu bildirilmektedir (Bozaoğlu & Yeşil, 2019). Nazik Gölü'ndeki balıkçıların, %95'inin ev sahibi olduğu tespit edilmiştir (Bozaoğlu & Akkuş, 2019). İskenderun Bölgesi balıkçılarının %72'sinin ev sahibi

olduğu belirtilmiştir. Karadeniz Bölgesi kıyı balıkçılarına baktığımızda Artvin %90, Rize %89, Trabzon %40, Giresun %78, Ordu %72, Samsun %50, Sinop %75 oranında ev sahibi oldukları rapor edilmiştir. 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 olarak barındığı bildirilmiştir (Karadal, 2014). Balık Gölü'nde çalışan balıkçıların büyük bir kısmının ikinci bir iş olarak inşaat, çiftçilik ve hayvancılıkla uğraştıkları tespit edilmiştir. Ev sahiplik oranının yüksek olmasının önemli bir sebebinin de bu olduğu kanaatindeyiz. Balıkçıların %93'ünün evli olduğu tespit edilmiştir. Balıkçıların ortalama 3,89±1,77 çocuğa sahip oldukları saptanmıştır. Yakın bölgelerde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar tespit edilmiştir (Bozaoğlu & Yeşil, 2019; Bozaoğlu & Akkuş, 2019). Bu benzerliğin sebebi, bölgedeki örf ve adetlerden dolayı, erken yaşta evlenmeden kaynaklanmaktadır. Balık Gölü'nde balıkçıların yapılan yüz yüze anket sonuçlarına göre, balıkçıların en önemli sorunlarının bilinçsiz ve aşırı avcılık olduğu tespit edilmiştir. Bazı balıkçıların yasak dönemde avcılık yaptıkları ve fazla miktarda ağ kullanıldığı için balıkçıların çoğunun bu durumdan memnun olmadıkları belirlenmiştir. Balıkçıların hiçbirinin balıkçılığı bırakmak istemedikleri tespit edilmiştir. Bunun yanında %59'u çocuklarının bu işi yapmalarını istemedikleri belirlenmiştir. Buradan da açıkça görülmektedir ki Balık Gölü balıkçıları balıkçılığın geleceğini iyi görmemektedirler. Bu nedenle, Balık Gölü balık kaynaklarının yönetilmesinde sürdürülebilir bir balıkçılık politikasının izlenmesinin yanında balıkçının da varlığını sürdürebilmesi için etkin ve doğru yönetim uygulamalarına ihtiyaç vardır. Balık Gölü'nde balık stoklarının korunması ve sürdürülebilir bir balıkçılık için ekolojik ve biyolojik verilerin yanında sosyo-ekonomik verilerin de izlenmesi ve sürekli olarak yenilenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkuş, M. & Bozaoğlu, A.S. (2019).** Van Gölü Havzasındaki amatör balıkçılığın sosyo ekonomik analizi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 506-512. DOI: [10.35229/jaes.605597](https://doi.org/10.35229/jaes.605597)
- Ateşşahin, T., Dartay, M., Duman, E. & Gül, M.R. (2011).** Karakaya Baraj Gölü'nde gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792) avcılığı ve av verimi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(1), 113-117.
- Avan, S. (2007).** *Manyas Gölü balıkçılarının sosyo-ekonomik yapısı*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara

- Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, Türkiye, 54s.
- Bozaoğlu, A.S. & Akkuş, M. (2019).** Nazik Gölü balıkçılığı üzerine bir araştırma. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 380-386. DOI: [10.35229/jaes.605597](https://doi.org/10.35229/jaes.605597)
- Bozaoğlu, A.S. & Yeşil, A. (2019).** The socio economic structure of Lake Van. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(10), 7206-7211.
- Cilbiz, M., Hanol, Z., Cilbiz, N., Şınar, Ş. & Savaşer, S. (2014).** Multifilament gillnet and trammel net selectivity for the silver crucian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) in Eğirdir Lake, Isparta, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(4), 905-913.
- Cilbiz, M., Küçükkara, 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. DOI: [10.17216/LimnoFish-5000083989](https://doi.org/10.17216/LimnoFish-5000083989)
- Çınar, Ş. (2010).** Eğirdir Gölü'nde monofilament (tek kat) ve multifilament (çok kat) fanyalı ağların av verimliliklerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta, Türkiye, 50s.
- Dartay, M. & Canpolat, İ. (2017).** Keban Baraj Gölü (Elazığ/Türkiye) su ürünleri kooperatiflerine ortak balıkçıların sosyo-ekonomik yapısı. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1), 41-46. DOI: [10.12714/egejfas.2017.34.1.06](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.1.06)
- 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. DOI: [10.3153/jfsc.com.2010041](https://doi.org/10.3153/jfsc.com.2010041)
- 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.
- Demirel, F. & Yüksel, F. (2013).** Keban Baraj Gölü kerevit avcılığının sosyo-ekonomik yapısı. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 1(2), 13-23.
- Dereli, H., Kebapçıoğlu, T., Şen, Y., Ölçek S.Z. & Özdemir, M. (2018).** Demirköprü Baraj Gölü (Manisa, Türkiye) balıkçılığı: av araçları ve ticari türler. *Limnofish-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 4(3), 154-168. DOI: [10.17216/limnofish.439029](https://doi.org/10.17216/limnofish.439029)
- Doğan, K. (2009).** İznik Gölü (Bursa) gümüş balığı avcılığı yapan tekne sahibi balıkçıların sosyo ekonomik analizi. *Journal of FisheriesSciences.com*, 3(1), 58-67.
- 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.
- 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.
- Ergüden, D., Ergüden, S. & Öztekin, R. (2007).** Seyhan Baraj Gölü (Adana) balıkçı profili durumu. *Ulusal Su Günleri*, 3(1), 5-6.
- 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 Tekirdag province. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 4(3), 311-325. DOI: [10.17216/LimnoFish-5000083989](https://doi.org/10.17216/LimnoFish-5000083989)
- Karabulut, K. (2018).** Ağrı ilinin sosyo-ekonomik profili, 1. Baskı, AİÇÜ Yayınları, Ankara, Türkiye, 421p.
- Karadal, E. (2014).** Akdeniz Bölgesi (Türkiye) sahil şeridi deniz balıkçılığının sosyo- ekonomik durumu. Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, Türkiye, 77s.
- 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, Ankara, Türkiye.
- Kolding, J. & van Zwieten, P. (2014).** Sustainable fishing of inland waters. *Journal of Limnology*. 73(1), 128-144. DOI: [10.4081/jlimnol.2014.818](https://doi.org/10.4081/jlimnol.2014.818)
- Korkut, S.O., Saygı, H. & Cesur, M. (2015).** Socio-economic structure of the fishermen on Lake Beyşehir. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(2), 157-162.
- Mete, O.S. & Yüksel, F. (2014).** Seyhan Baraj Gölü'ndeki ticari ve sportif balıkçılığın sosyo-ekonomik analizi. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 2(1), 27-42.
- Mutlu, C., Uncumusaoğlu, C.M. & Verep, B. (2018a).** The Socio-Economic Structure Of Giresun Fishermen. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(8), 5531-5539.
- Mutlu, C., Uncumusaoğlu, C.M. & Verep, B. (2018b).** Giresun İlindeki Balık Avlama Filosunun Teknik özellikleri. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 3(2), 68-76.
- Özbilgin, Y., Gökçe, G., Özbilgin, H., Çelik, O., Ünal, V. & Tokaç, A. (2009).** Kuzeydoğu Akdeniz balıkçılığının yapısal analizi (Rapor No. BAP-SÜF AGT (YÖ) 2007-1), Mersin, Türkiye, Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, 340p.

- Özer, A., Soylu, M. & Uzmanoğlu, S. (2010).** Uluabat (Apolyont) Gölü kadın balıkçılarının profili. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **25**(2), 11-24.
- Öztürk, O. (2014).** *Ağrı ili Balık Gölü'nde yaşayan balıkların tür tespitinin yapılması ve türlerin bazı biyolojik özelliklerinin araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Balıkesir, Türkiye, 115s.
- Reis, İ., Cerim, H. & Ateş, C. (2020).** Aşağı Sakarya Nehri balıkçılarının sosyo-ekonomik analizi. *Aquatic Research*, **3**(2), 66-71. DOI: [10.3153/AR20006](https://doi.org/10.3153/AR20006)
- 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. DOI: [10.22392/egirdir.285172](https://doi.org/10.22392/egirdir.285172)
- 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, Y. (2016).** *Demirköprü Baraj Gölü'nde sazan (Cyprinus carpio L., 1758) türü için kullanılan uzatma ağlarının av verimliliği ve seçiciliğinin belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir, Türkiye. 79s.
- Tokaç, A., Ünal, V., Tosunoğlu, Z., Akyol, O., Özbilgin, H. & Gökçe, G. (2007).** Ege Denizi balıkçılığının yapısal analiz (Rapor No 2002/SÜF/006). İzmir, Türkiye, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, 161s.
- TÜİK. (2020).** Türkiye İstatistik Kurumu. Alıntılanma adresi: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005 (05 Haziran 2020).
- Uzmanoğlu, S. & Soylu, M. (2012).** Yeni Karpuzlu Baraj Gölü balıkçılarının sosyo-ekonomik yapısı. *Su Ürünleri Dergisi*, **29**(4), 175-179.
- Uzmanoğlu, S., Morkoyunlu Yüce, A., Bilgin, F. & Soylu, M. (2013).** Eğirdir Gölü balıkçı profili. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **9**(2), 8-13.
- 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.
- Yem, I.Y. (2014).** Gillnet selectivity of *Salmo trutta* L. from two Lakes in Iceland as a reference for practical application on Lake Keinji fisheries. <http://www.unuftp.is/static/fellows/document/inn14prf.pdf>. (10 Haziran 2019).
- Yılmaz, E. & Pulatsü, S. (2019).** Isparta ve Manisa ili iç su avlak sahaları balıkçılarının sosyo-ekonomik yapısı. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, **2**(1), 90-101.
- Yiğit, H., Soylu, M. & Uzmanoglu, S. (2009).** Sakarya ili göllerinin balıkçı profili. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **24**(2), 9-23.
- 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.



Occurrence of the Thermophilic Mediterranean Parrot Fish *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) (Teleostei: Scaridae) in Dikili Bay, Northern Aegean Sea, Turkey

Sezginer TUNCER¹ Hatice TORCU KOÇ^{2*} Ridvan Erdem KANAT³

¹University of Çanakkale Onsekiz Mart, Faculty of Marine Science and Technology, Department of Marine Science and Limnology, Çanakkale, Turkey

²University of Balıkesir, Faculty of Science and Arts, Department of Biology, Balıkesir, Turkey

³Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Marine Science and Limnology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

Geliş/Received: 18.05.2020

Kabul/Accepted: 17.12.2020

How to cite: Tuncer, S., Torcu Koç, H. & Kanat, R.E. (2020). Occurrence of the Thermophilic Mediterranean Parrot Fish *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) (Teleostei: Scaridae) in Dikili Bay, Northern Aegean Sea, Turkey. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 759-764.

Atıf yapmak için: Tuncer, S., Torcu Koç, H. & Kanat, R.E. (2020). Dikili Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) Termofil Akdeniz Papağan Balığı *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) (Teleostei: Scaridae)'nin Bulunuşu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 759-764.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-0678-1509>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-5892-7365>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-1452-8856>

Abstract: On November 2019, one mature male specimen of the Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (L.) was caught by a long line in Dikili Bay. This paper declares the northernmost distribution of *S. cretense* in the northern Aegean Sea. Here, the detailed morphometric and meristic characteristics of this species are given.

***Corresponding author's:**

Hatice TORCU KOÇ
University of Balıkesir, Faculty of Science and Arts, Department of Biology, Cagis Campus, Balıkesir, Turkey.
✉: htorcukoc@hotmail.com
Mobile telephone : +90 (532) 427 60 58

Keywords: Dikili Bay, Mediterranean parrotfish, morphometry, *Sparisoma cretense*.

Dikili Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) Termofil Akdeniz Papağan Balığı *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) (Teleostei: Scaridae)'nin Bulunuşu

***Sorumlu yazar:**

Hatice TORCU KOÇ
Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü, Balıkesir, Türkiye.
✉: htorcukoc@hotmail.com
Cep telefonu : +90 (532) 427 60 58

Öz: Kasım 2019'da Akdeniz papağan balığı, *Sparisoma cretense* (L.)'nin olgun bir erkek bireyi Dikili Körfezi'nde olta ile yakalandı. Bu makale *S. cretense*'nin kuzey Ege Denizi'ndeki kuzeye doğru dağılımını açıklamaktadır. Burada, türün detaylı morfometrik ve meristik özellikler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Dikili Körfezi, Akdeniz papağan balığı, morfometri, *Sparisoma cretense*.

INTRODUCTION

In the last two decades, the advance of thermophilic species represented the first and most cited evidence of the linkage between climate change and distribution patterns of Mediterranean Sea biodiversity (Francour et al., 1994; Riera et al., 1995). Global climate change is impacting and will continue to impact marine and estuarine fish and fisheries.

Climate warming leads species to drive their ranges north in the Northern Hemisphere (Parmesan et al., 1999; Walther et al., 2002). More than 30 Mediterranean warm-water indigenous fish species have now been pointed out the north of their original south geographical distribution and colder sectors of the basin has been reported (Dulčić & Pallaro, 2001; Guidetti & Boero, 2001, 2002; Bello et al., 2004; Azzurro et al., 2011; Kruschel et al., 2012; Perdikaris et al.,

2012). According to Azzurro (2008), the native thermophilic species appearing northern than the known range could serve as a good indicator to show the changes in seawater temperature and global heating.

Scaridae family consist of 10 genera and 88 species, two in the Mediterranean, the native *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) and the Lessepsian migrant *Scarus ghobban* Forsskål, 1775 (Golani et al., 2006; Froese & Pauly, 2018). *S. cretense* is a thermophilic marine, seagrass meadows and reef associated fish which distributes from Southern and Eastern Atlantic to the Canary Islands, Mediterranean Sea, and Turkish Seas between shallow water and about 50 meters at depth (Randall, 1990; Guidetti & Boero, 2002; Abecasis et al., 2008; Rodjan & Lewis, 2006; Lök et al., 2008; Kruschel et al., 2012; Espino et al., 2015; Louisy, 2015; Ventura et al., 2019). This distribution pattern may lead ones to think of this fish as Mediterranean thermophilic southern fish (Guidetti & Boero, 2001). The fish feeds on algae and small invertebrates (Quignard & Pras, 1986), with specialized pharyngeal bones and muscles (Monod et al., 1994; Bullock & Monod, 1997). The species commonly measures from 14 to 32 cm in total length (Petrakis & Papaconstantinou, 1990; Kruschel et al., 2012), but might grow as big as 52 cm (total length) (Pallaoro & Dulcic, 2004; Afonso et al., 2008; Oliveira et al., 2015; Filiz & Sevingel, 2015). Reproduction occurs from July to September (Petrakis & Papaconstantinou, 1990) with juveniles recruiting in late summer (Guidetti & Boero, 2002). Parrotfish is observed rarely along the Mediterranean Sea and Turkish coasts (Bianchi & Morri, 1994; Başusta & Erdem, 2000; Dulčić & Pallaoro, 2001; Torcu et al. 2001; Guidetti & Boero, 2002; Öğretmen et al., 2005; Fricke et al., 2007; Akyol et al., 2011; Azzurro et al., 2013; Bilecenoğlu et al., 2014; Çoker & Akyol, 2014; Filiz & Sevingel, 2015;

Yapıcı et al., 2016) and also recorded from Köyceğiz Lagoon/Dalyan River system and Kuşadası Gulf by Akın et al. (2005) and Lök et al. (2008), respectively.

The aim in this study, is to present as a new additional record, confirming this thermophilic Mediterranean parrotfish population to distribute northwards in northern coasts of Aegean Sea.

MATERIAL AND METHOD

One mature male specimen (28.50 cm TL) was caught by a long line by Rıdvan Erdem Kanat from coast of Dikili Bay, northern Aegean Sea (39°4' 56" N, long 26° 48' 25"E) (Figure 1). The sample was identified at species level according to FishBase (Quignard & Pras, 1986b; Randall, 1990).

All measurements including counts and weight were carried out on fresh fish, using a digital caliper of 0.05 mm accuracy and digital balance of 0.01 g. The material was photographed, dissected and then stored in the collections of the Piri Reis Museum, University of Çanakkale. The standard and total lengths (TL and SL) were taken with a dial caliper of 0.05 mm accuracy and weight (± 0.01 g.) was measured; the material was photographed and then, was fixed in 10% buffered formaldehyde, and subsequently preserved in 75% ethanol and deposited in the collections of the Piri Reis Museum, University of Çanakkale.

RESULTS AND DISCUSSION

Total length and weight of this specimen were measured as 28.50 cm and 400 g. respectively. Some morphometric and meristic features of Mediterranean parrotfish are given in Table 1.

Table 1. Morphometric (mm, cm) and meristic features of *Sparisoma cretense* specimen captured from the coast of Dikili Bay on November 2019.

References	Abecasis et al.(2008)	Yapıcı et al. (2016)		Kampouris & Batjakas (2018)	Present Study*	
N	1	1	2	3	1	
Total length (TL)	79.23	222.0	223.0	225.0	267.57	28.50
Standard length (SL)	65.75	201.0	210.0	226.0	218.78.	24.20
Snout length	5.94	-	-	-	24.27	3.7
Head length (HL)	19.41	55.33	58.04	69.60	65.36	7.5
Body depth (BD)	19.92	60.15	61.65	73.89	71.14	8.0
Predorsal length (PDL)	-	55.26	58.63	71.43	-	-
Preanal length (PAL)	-	113.49	115.24	136.48	-	-
Caudal peduncle depth (CPD)	-	-	-	-	34.24	2.5
Preorbital length (POL)	-	18.49	22.58	29.52	-	1.7
Interorbital length (IOL)	-	16.44	16.68	16.68	-	-
Eye diameter(ED)	5.51	10.96	11.02	13.04	11.76	1.3
D	VIII+10	VIII+10	VIII+10	XI+10	XI+10	XII+10
A	III+9	III+9	III+9	III+9	III+9	III+10
V	-	I+5	I+5	I+5	I+5	I+5
P	-	12	12	12	12	12
Lateral line	-	22	21	21	-	21
Weight (g.)	-	-	-	-	317	400

*shows measurements in cm.

Characteristic morphological properties are presented with a sexual dichromatism which is presented with the male showing a grey-brown coloration while the female is generally reddish with a large grey spot on the rear

part of the head and a yellow spot on the upper part of the caudal peduncle (Tortonese, 1971 in De Girolamo et al., 1999). It has a fused, beak-like jaw scraping algae and sea grass from the substrate (Guidetti & Boero, 2002). Due to its

grazing, the parrotfish seems to be a more competitive to *Treptachanta ballesterosii* than the other native herbivorous

species *Sarpa salpa* in Mediterranean Sea (Marletta & Lombardo, 2020).



Figure 1. A male *Spariosoma cretense* specimen (28.50 cm TL) captured in Dikili Bay, the northern Aegean Sea (Original photo by Kanat).

One mature specimen was 28.50 cm in total length. According to De Girolamo et al. (1999), we included the specimen into adults (estimated total length (TL) ≥ 12 cm). The morphometric measurements and meristic counts which were given in Table 1 were similar with the previous literature by Kampouris & Batjakas (2018), except for those given by Abeces et al., (2008) and Yapıcı et al., (2016).

Guidetti & Boero (2002) mentioned that the species which is relatively rare there, could establish and constitute populations successfully other than its typical distribution. Global heating of seas is an important factor that leads the reconstruction of the Mediterranean marine biodiversity (Bianchi & Morri, 2004; Lejeune et al., 2010).

Global change is having an ever increasing influence on the abundance and distribution of living organisms worldwide (Parmesan, 2003). As for the Mediterranean Sea, recently, the increasing of sea water temperature causes the shift and northward migration of many invertebrate and vertebrate taxa that are now living their natural biogeographical ranges. Therefore, some species, typically known as thermophilic are successfully colonizing in the north. The marine biodiversity of the Mediterranean is undergoing changes which can be characterized as a process towards tropicalization and the increasing of warm-water biota (Bianchi & Morri, 2003). A number of native species with tropical or subtropical affinity seem to have already moved towards the northern and colder sectors of the Mediterranean (Azzurro, 2008; Ben Rais Lasram & Mouillot, 2009). As the water temperature increases, the species such as *S. cretense*

which exists naturally in the southern Mediterranean Sea spreads northward from the native warm water ecosystem. This phenomenon has been termed as “meridionalisation” (Azzurro, 2008, 2011; Boero et al., 2008, Marletta & Lombardo, 2020).

In the light of this view, it can be thought that the native thermophilic species appearing northern than the typically geographic distribution range could serve as a clear indicator by providing the first sign of changes in seawater temperature (Azzurro, 2008).

The northward spreading of this Mediterranean parrotfish is not a single event and an ongoing process. Thus, monitoring of distribution of thermophilic indicator species, such as the parrotfish may also start to occur supporting the hypothesis that fish migrations may be related with climatic change, namely water warming and give some information to show possible changes on the Mediterranean marine ecosystems and to form stable populations outside its own region.

As a conclusion, the occurrence of *S. cretense* at Dikili Bay confirms an additional knowledge on its presence in the northern Aegean Sea of Turkey. As recognizing its growth, spawning and recruitment (Albouy et al., 2014; Marras et al., 2015) in benthic biodiversity (Lewis & Wainwright, 1985) and there is a little knowledge about the species biology and ecology, thus, further studies are required to track the population dynamics of this northward expanding species through the northern sectors of the Mediterranean basin. Although *S. cretense* which is not a commercial species in general (Fisher et al., 1987) and included as Least Concern in The IUCN Red List of Threatened Species (Pollard et al., 2012), this species is

highly valuable for both local recreational and commercial fisheries in Canary Islands (Bortone et al., 1991). It is also important for diversity of Dikili Bay ichthyofauna.

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval: All applicable international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals were followed.

REFERENCES

- Abecasis, D., Bentes, L., Ribeiro, J., Machado, D., Oliveira, F., Veiga, P., J.M.S., Gonçalves, J.M.S. & Erzini, K. (2008). First record of the Mediterranean parrotfish, *Sparisoma cretense* in Ria Formosa (south Portugal). *Marine Biodiversity Records*, **1**, E27. DOI: [10.1017/S175526720600248X](https://doi.org/10.1017/S175526720600248X)
- Afonso, P., Morato, T. & Santos, R.S. (2008). Spatial patterns in reproductive traits of the temperate parrotfish *Sparisoma cretense*. *Fisheries Research*, **90**, 92-99.
- Akın, S., Buhan, E., Winemiller, K.O., & Yılmaz, H. (2005). Fish assemblage structure of Köycegiz Lagoon-estuary, Turkey: spatial and temporal distribution patterns in relation to environmental variation. *Estuarine Coastal and Shelf Sciences*, **64**, 671-684.
- Akyol, O., Çoker, T. & Perçin, F. (2011). The very rare and little-known fishes along the coasts of Izmir (Aegean Sea, Turkey) in the past 40 years (1969-2008). *Journal of Applied Ichthyology*, **27**, 1337-1345.
- Albouy, C., Velez, L., Coll, M., Colloca, F., Le Loc'h, F., Mouillot, D. & Gravel, D. (2014). From projected species distribution to foodweb structure under climate change. *Global Change Biology*, **20**, 730-741. DOI: [10.1111/gcb.12467](https://doi.org/10.1111/gcb.12467)
- Azzurro, E. (2008). The advance of thermophilic fishes in the Mediterranean Sea: overview and methodological questions, In: Briand, F. (Ed), *Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota*. CIESM Workshop Monographs, **35**, 39-46, Monaco.
- Azzurro, E., Moschella, P. & Maynou, F., (2011). Tracking signals of change in Mediterranean fish diversity based on local ecological knowledge. *PloS one*, **6**(9), e24885. DOI: [10.1371/journal.pone.0024885](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024885)
- Başusta, N. & Erdem, Ü. (2000). İskenderun Körfezi Balıkları Üzerine Bir Araştırma (A study on the pelagic and demersal fishes of Iskenderun Bay). *Turkish Journal of Zoology*, **24** (Suppl.), 1-19.
- Bello, G., Casavola, N. & Rizzi, E. (2004). Aliens and visitors in the southern Adriatic Sea: effects of tropicalization. *Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, **37**, 491.
- Ben Rais Lasram, F. & Mouillot, D. (2009). Increasing southern invasion enhances congruence between endemic and exotic Mediterranean fish fauna. *Biologic Invasions*, **11**(3), 697-711.
- Bianchi, C.N. & Morri, C. (1994). Southern species in the Ligurian Sea (northern Mediterranean): new records and a review. *Bollettino dei Musei e Degli Istituti Biologici dell'Università di Genova*, **58**(59), 181-197.
- Bianchi, C.N. & Morri, C. (2003). Global sea warming and "tropicalization" of the Mediterranean Sea: Biogeographic and ecological aspects. *Biogeographia*, **24**, 319-327.
- Bianchi, C.N. & Morri, C. (2004). Climate change and biological response in Mediterranean Sea ecosystems-a need for broad-scale and long-term research. *Ocean Challenge*, **13**(2), 32-36.
- 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.
- Bortone, S.A., Van Tassell, J., Brito, A., Falcón, J.M. & Bundrick, C.M. (1991). A visual assessment of the inshore fishes and fishery resources off El Hierro, Canary Islands: a baseline survey. *Scientia Marina*, **55**, 529-541.
- Bullock, A.E. & Monod, T. (1997). Myologie céphalique de deux poissons perroquets (Teleostei: Scaridae). *Cybium*, **21**(2), 173-199.
- Çoker, T. & Akyol, O. (2014). An overview on the fish diversity in the coasts of Turkish Republic of Northern Cyprus (Mediterranean). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **31**(2), 113-118. DOI: [10.12714/egejfas.2014.31.2.08](https://doi.org/10.12714/egejfas.2014.31.2.08)
- De Girolamo, M., Scaggiante, M. & Rasotto, M.B. (1999). Social organization and sexual pattern in the Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Teleostei: Scaridae). *Marine Biology*, **135**(2), 353-360. DOI: [10.1007/s002270050634](https://doi.org/10.1007/s002270050634)
- Dulčić, J. & Pallaoro, A. (2001). Some new data on *Xyrichtys novacula* (Linnaeus, 1758) and *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) from the Eastern Adriatic. *Annales Series Historia Naturalis*, **11**(1), 35-40.
- Espino, F., González, J.A., Haroun, R. & Tuya, F. (2015). Abundance and biomass of the parrotfish *Sparisoma cretense* in seagrass meadows: temporal and spatial differences between seagrass interiors and seagrass adjacent to reefs. *Environmental Biology of Fishes*, **98**, 121-133.
- Filiz, H. & Sevingel, N. (2015). A new maximum length for the parrotfish *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea. *Journal of Aquacultural Engineering and Fisheries Research*, **1**(3), 140-143.
- Fisher, W., Schneider, M. & Bauchot, M.L. (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. *Vertébrés*.

- Publication prepare par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Project GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organizations. 2, 761-1530p, FAO, Rome.
- Francour, P., Boudouresque, C. F., Harmelin, J. G., Harmelin-Vivien, M. L. & Quignard, J. P. (1994).** Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Marine Pollution Bulletin*, 28(9), 523-526.
- Fricke, R., Bilecenoğlu, M. & Sari, H.M., (2007).** Annotated checklist of fish and lamprey species (Gnathostomata and Petromyzontomorphi) of Turkey, including a Red List of threatened and declining species. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie)*, 706, 169.
- Froese, R. & Pauly, D. Eds. (2018).** Fishbase. World wide web electronic publication. 8/2018, www.fishbase.org. version.
- Golani, D., Öztürk, B. & Başusta, N. (2006).** *Fishes of the Eastern Mediterranean*. 24, 259p, Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey,
- Guidetti, P. & Boero, F. (2001).** Occurrence of the Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Perciformes: Scaridae) in south-eastern Apulia (south-east Italy). *Journal of Marine Biological Associations U.K.*, 81, 717-719. DOI: [10.1017/S0025315401004507](https://doi.org/10.1017/S0025315401004507)
- Guidetti, P. & Boero, F. (2002).** Spatio-temporal variability in abundance of the parrotfish, *Sparisoma cretense*, in SE Apulia (SE Italy, Mediterranean Sea). *Italian Journal of Zoology*, 69(3), 229-232. DOI: [10.1080/11250000209356464](https://doi.org/10.1080/11250000209356464)
- Kampouris, T.E., & Batjakas, I.E. (2018).** The northernmost record of the thermophilic Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) (Perciformes, Scaridae) in the eastern Mediterranean Sea (northwestern Aegean Sea). *Annales Series Historia Naturalis*, 28(2), 111-116.
- Kruschel, C., Zubak, I. & Schultz, S. T. (2012).** New records of the parrot fish, *Sparisoma cretense*, and the cleaver wrasse, *Xyrichtys Novacula*, by visual census in the southern Adriatic. *Annales Series Historia Naturalis*, 22, 47-53.
- Lejeusne, C., Chevaldonné, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F. & Pérez, T. (2010).** Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(4), 250-260.
- Lewis, S.M. & Wainwright, P.C. (1985).** Herbivore abundance and grazing intensity on a Caribbean coral reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 87(3), 215-228.
- Louisy, P. (2015).** *Europe and Mediterranean marine fish. Identification guide*. Ulmer, Paris, 182-183.
- Lök, A., Gül, B., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O. & Metin, C. (2008).** Diel variations on the fish assemblages at artificial reefs in two different environments of the Aegean Sea (Western Coast of Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8, 79-85.
- Marletta, G. & Lombardo, A. (2020).** Assessment of grazing impact on deep canopy-forming species in the western Ionian Sea, Central Mediterranean. *International Journal of Aquatic Biology*, 8(5), 365-376.
- Marras, S., Cucco, A., Antognarelli, F., Azzurro, E., Milazzo, M., Bariche, M., Butenschön, M., Kay, S., Di Bitetto, M., Quattrocchi, G., Sinerchia, M. & Domenici, P. (2015).** Predicting future thermal habitat suitability of competing native and invasive fish species: from metabolic scope to oceanographic modelling. *Conservation Physiology*, 3, 1-14. DOI: [10.1093/conphys/cou059](https://doi.org/10.1093/conphys/cou059)
- Monod, T., Hureau, J.C. & Bullock, A.E. (1994).** Ostéologie céphalique de deux poissons perroquets (Scaridae: Teleostei). *Cybium*, 18(2), 135-168.
- Oliveira, M.T., Santos, M.N., Coelho, R., Monteiro, V., Martins, A. & Lino, P.G. (2015).** Weight-length and length-length relationships for reef fish species from the Cape Verde archipelago (tropical north-eastern Atlantic). *Journal Applied Ichthyology*, 31(1), 236-241. DOI: [10.1111/jai.12497](https://doi.org/10.1111/jai.12497)
- Öğretmen, F., Yılmaz, F. & Torcu Koç, H. (2005).** An investigation on fishes of Gokova Bay (southern Aegean Sea). *BAUN, Journal of Science and Technology*, 7(2), 19-36.
- Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J.K., Thomas, C.D., Descimon, H. & Tennent, W.J. (1999).** Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature*, 399, 579-583. DOI: [10.1038/21181](https://doi.org/10.1038/21181)
- Parmesan, C. & Yohe, G. (2003).** A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421, 37-42.
- Perdikaris, C., Konstantinidis, E. & Paschos, I. (2012).** *Sparisoma cretense* (L. 1758) from the NW Ionian coast of Greece. *Mediterranean Marine Science*, 13(1), 164.
- Petrakis, G., & Papaconstantinou, C. (1990).** Biology of *Sparisoma cretense* in the Dodecanese (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 6, 14-23.
- Pallaoro A, & Dulčić J. (2004)** Some biological information of the parrotfish *Sparisoma cretense* (Linnaeus 1758) from the eastern Adriatic. *Rapports et proces verbaux des réunions Commission internationale pour l'exploration scientifique de la mer Méditerranée*, 37, 418p.
- Petrakis, G. & Papaconstantinou, C. (1990).** Biology of *Sparisoma cretense* in the Dodecanese (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 6, 14-23.
- Pollard, D., Yokes, B., Francour, P., Rocha, L.A., Choat, J.H., Clements, K.D., Russell, B., Myers, R., Lazard, M.E., Muljadi, A., Pardede, S. & Rahardjo, P. (2012).** *Sparisoma*

cretense. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T190710A17796845. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T190710A17796845.en.

- Quignard, J.P. & Pras, A. (1986).** Scaridae. In Whitehead P.J.P. et al. (Eds.). *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*, 2, UNESCO, Paris, 943-944.
- Randall, J.E. (1990).** Scaridae, In: Quero, J.C., Hureau, J.C., Karrer, C., Post, A. & Saldanha, L. (Ed). *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic. (CLOFETA)*. JNICT, Lisbon; SEI, 2, 883-887p, Unesco, Paris.
- Riera, F., Grau, A., Grau, A.M., Pastor, E., Quetglas, A. & Pou, S. (1999).** Ichthyofauna associated with drifting floating objects in the Balearic Islands (Western Mediterranean). *Scientia Marina*, 63, 229-235.
- Rotjan, R.D. & Lewis, S.M. (2006).** Parrotfish abundance and selective corallivory on a Belizean coral reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 335, 292-301.
- Torcu, H., Aka, Z. & İşbilir, A. (2001).** An investigation on fishes of the Turkish Republic of northern Cyprus. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 155-159.
- Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. C., Fromentin, J-M., Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F. (2002).** Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389-395.
- Ventura, D., Colloca, F. & Ardizzone, G. (2019).** Settlement evidence of the Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Teleostei: Scaridae) in the Central Tyrrhenian Sea (Giglio Island, Italy). *BioInvasions Records*, 8(2), 413-418. DOI: [10.3391/bir.2019.8.2.23](https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.2.23)
- Yapıcı, S., Filiz, H. & Bilge, G. (2016).** Northwards range expansion of *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) in the Turkish Aegean Sea. *Journal of Aquacultural Engineering and Fisheries Research*, 2(4), 201-207. DOI: [10.3153/JAEFR16022](https://doi.org/10.3153/JAEFR16022)



Treatment of Corn Straw with *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* and *Lentinula edodes* to Improve the Digestibility of the Lignocellulosic Complex^[*]

Aydan ATALAR^{1*} Nurcan CETİNKAYA²

^{1*}Çaycuma Food and Agriculture Vocational School, Zonguldak Bulent Ecevit University, Zonguldak, Turkey

²Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases. Faculty of Veterinary Medicine, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

Geliş/Received: 17.10.2020

Kabul/Accepted: 10.12.2020

How to cite: Atalar, A. & Cetinkaya, N. (2020). Treatment of Corn Straw with *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* and *Lentinula edodes* to Improve the Digestibility of the Lignocellulosic Complex. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 765-771

Atıf yapmak için: Atalar, A. & Cetinkaya, N. (2020). Mısır Samanının *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edodes* ile Muamele Edilerek Lignoselülozik Kompleksin Sindirilebilirliğinin Artırılması. *J. Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 765-771.

* <https://orcid.org/0000-0001-5103-7047>
 <https://orcid.org/0000-0002-9977-2937>

***Corresponding author's:**

Aydan ATALAR
Çaycuma Food and Agriculture Vocational
School, Zonguldak Bulent Ecevit University,
Zonguldak, Turkey.
✉: aydan.atarlar@beun.edu.tr
Mobile telephone : +90 (546) 873 42 24
Telephone : +90 (372) 261 33 79
Fax : +90 (372) 261 33 81

Abstract: The objectives of the present study were to investigate the degradation of lignocellulosic complex of corn straw (CS) by the treatment with *Pleurotus ostreatus* (PO), *Pleurotus eryngii* (PE) and *Lentinula edodes* (LE) and to determine both the most effective fungus and incubation time. The chopped corn straws were treated with PO, PE and LE, and incubated for 10, 20, 30 and 40 days at 26 °C. Chemical composition of control (CS-C) and treated corn straw (CS-PO, CS-PE and CS-LE) samples were determined. The *in vitro* true digestibilities of dry matter (IVTDM), neutral detergent fiber (IVTNDFD), acid detergent fiber (IVTADF) and acid detergent lignin (IVTADLD) of CS-C, CS-PO, CS-PE and CS-LE were determined by Ankom Daisy^{II} incubator. PO treatment at 30 days incubation of corn straw increased the *in vitro* true digestibility by approximately 17%. The obtained results showed that the most effective fungus was *Pleurotus ostreatus* and incubation time was 30 days.

Keywords: Corn straw, digestibility, *Lentinula edodes*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*.

Mısır Samanının *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edodes* ile Muamele Edilerek Lignoselülozik Kompleksin Sindirilebilirliğinin Artırılması

***Sorumlu yazarın:**

Aydan ATALAR
Zonguldak Bulent Ecevit Üniversitesi,
Çaycuma Gıda ve Tarım Meslek
Yüksekokulu, Zonguldak, Türkiye.
✉: aydan.atarlar@beun.edu.tr
Cep telefonu : +90 (546) 873 42 24
Telefon : +90 (372) 261 33 79
Faks : +90 (372) 261 33 81

Öz: Bu çalışmada mısır samanının *Pleurotus ostreatus* (PO), *Pleurotus eryngii* (PE) ve *Lentinula edodes* (LE) ile muamele edilip lignoselülozik kompleksin parçalanması ve en etkin mantar türü ile inkübasyon zamanının belirlenmesi amaçlandı. Mısır samanı PO, PE ve LE miselleri ile muamele edilip inkübatörde 26 °C'da 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonlara bırakıldı. Her bir inkübasyondan sonra *in vitro* gerçek kuru madde sindirilebilirliği (IVGKMS), *in vitro* gerçek organik madde sindirilebilirliği (IVGOMS) *in vitro* gerçek nötral deterjan fiber sindirilebilirliği (IVGNDFS), *in vitro* gerçek asit deterjan fiber sindirilebilirliği (IVGADFS), *in vitro* gerçek asit deterjan lignin sindirilebilirliği (IVGADLS) ANCOM DAİSY inkübatör tekniği ile belirlendi. Ortalama OM, KM, NDF, ADF, ADL'nin IVGS değerleri PO, PE ve LE muamelelerinin inkübasyon süreleri artışına paralel olarak yükseldi. Mısır samanının *Pleurotus ostreatus* ile 30 gün muamele edilmesi sonucunda mısır samanının *in vitro* gerçek sindirilebilirliğinin yaklaşık %17 arttığı belirlendi. Bulunan sonuçlar en etkin mantar türünün *Pleurotus ostreatus*, inkübasyon süresinin de 30 gün olduğunu gösterdi.

Anahtar kelimeler: Mısır samanı, sindirilebilirlik, *Lentinula edodes*, *Pleurotus eryngii*, *Pleurotus ostreatus*.

[*] This study was produced from the Ph. Doctoral thesis.

INTRODUCTION

In Turkey, corn agriculture is carried out in approximately 60 provinces and production is supported by the government so that it increased to 5.6 million tons in 2018. The yield of corn straw was around 5.6 million tons in 2018 (TMMOB, 2018).

The straws are rich in crude fiber due to the containing of plant stems and leaves even stover thus the nutritional value is very low. Microbial enzymes produced by digestive enzymes in ruminants and rumen microorganisms are not effective in lignin digestion. Non-digestible lignin reduces both the digestibility and utilization of feeds (Naser et al., 2011). For centuries, research has been conducted to break down the lignocellulosic complex found in cell walls of straws and to increase the availability of cell wall elements such as cellulose and hemicellulose. Biological (enzyme, white rot fungi and bacteria treatment) methods, especially, white rot fungi can depolymerize and mineralize lignin with high molecular weight through ligninolytic enzymes (Han, 2001). The digestibility of straws depends on the depolymerization of structural carbohydrates. With enzymatic degradation of macromolecules, the digestibility of straw is increased (Fazaeli et al., 2004). Lignocellulolytic enzymes that can be isolated from fungiform peroxidases and oxidases, while hydrolytic enzymes produce cellulase, hemicellulase, pectinase, chitinase, amylase, protease, esterase, and mannase (Godliving, 2012). Delignification can change according to different fungi species (Akinfemi et al., 2010). White rot fungi attack the lignin polymer and break lignol bonds and aromatic rings hence digestibility of crop residues is increased.

Formerly, studies on the improvement of digestibility of crop residues by the treatment of lignin digesting white rod fungi have been increased. In one of the reported studies, fermentation of palm stem with *P. ostreatus* for 3 months had significantly ($p < 0.05$) decreased the contents of NDF, ADF, hemicellulose and lignin of palm stem. Fermentation of animal feed ingredients with *P. ostreatus* to improve the quality was suggested, especially feed used for ruminants (Metri & Warl, 2018).

Corn stover was pretreated with *Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Corioliopsis gallica*, *Pleurotus sajor-caju* and *Lentinula edodes* to investigate the potential fungus among six fungi to enhance the production of products such as enzymes, sugars, and ethanol. The most effective fungus with the highest lignin degradation was determined as 38.29% at 30 days for *P. sajor-caju* pretreatment (Ding et al., 2019).

Ceriporiopsis subvermispora was used to ferment corn stover for increasing the degradability to produce biomethane. Corn stover was treated with *C. subvermispora* for 5–90 days then anaerobically digested. It was indicated that the improvement resulted from the degradation of lignocellulosic structures and bonds. *C. subvermispora* had shown a high relative selectivity for lignin degradation. The structure of the lignin and the bonds among lignin and hemicellulose and cellulose were broken by acetyl group removal, and the enzymatic hydrolysis of cellulose was increased by 35.61%. The *C. subvermispora* modification was one of the effective methods for enhancing biomethane yield from corn stover (Huang et al., 2019).

The selectivity of the three fungal species (*I. lacteus*, *P. ostreatus* and *P. chrysosporium*) for the cellulose, hemicellulose, and lignin degradation of wheat straw was studied. The results were shown that the straw treated with *P. ostreatus* had the highest ($P < 0.001$) lignin to cellulose loss ratio. However, the loss ratio of lignin to DM of the straw treated with *I. lacteus* and *P. ostreatus* was at the same level ($P = 0.897$), which was significantly greater ($P < 0.001$) than that of the straw treated by *P. chrysosporium* (Niu et al., 2018).

Lignocellulolytic and hydrolytic enzymes prepared as feed additives are available however commercial application is not practical and cost effective. The objectives of the present study were to increase the digestibility of lignocellulosic complex of corn straw by the treatment of edible white rot fungi mainly PO, PE and LE and to determine both the most effective fungus and incubation time to prepare fermented corn straw for ruminant nutrition.

MATERIAL AND METHODS

Chemical analyses and *in vitro* digestibility experiments of treated and untreated corn straw samples were carried out in the Ruminant Feed Evaluation Laboratory of Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Ondokuz Mayıs University (OMU) Faculty of Veterinary Medicine, Samsun, Turkey. White rot fungi treatments were conducted in the Fungus Laboratory of Department of Horticulture, OMU Faculty of Agriculture, Samsun, Turkey.

Animals and rumen fluid: Florya Farm raises beef cattle for their commercial meat production purpose in Samsun, Turkey. Rumen fluid was obtained from 3 beef cattle (400-500 kg LW and 2-3 years old) which were kept in the Florya Farm. Animals were fed *ad libitum* with compound feed composed of crushed corn, barley, wheat bran and vetch seed, and corn straw. Rumen fluid was collected from the rumen of slaughtered animals into the

thermos flasks and transported immediately to the Ruminant Feed Evaluation Laboratory of Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, OMU Faculty of Veterinary Medicine. Rumen fluid was strained through four layers of cheesecloth and held at 39 °C under CO₂ till *in vitro* digestibility experiments.

Feed material: Corn straw was collected from 10 farmers in Doğanca, Bafra, Samsun, Turkey. Collected corn straws were homogeneously mixed and chopped into 2-3 cm in length by garden scissors. Chopped corn straws were treated with PO, PE and LE fungi mycelium.

Biological treatment method by white rot fungi: Biological treatment (preparation of corn straws, sterilization, fungi mycelium inoculation and incubation procedures) were carried out according to published methods (Stamest, 1993; Dadayli, 2014). The chopped corn straws were moistened approximately 23% with water and then mixed thoroughly by hand. Then 100 g sample was weighed and transferred into the flasks and holes were opened in the center with the pens for the insertion of the fungi mycelium. Then after flasks were covered with two layers of aluminum foil to prevent contact with water and air. The prepared samples were sterilized in an autoclave at 1 atm pressure for 1 hour at 121 °C. The treated corn straws with PO, PE and LE fungi mycelium, incubated for 10, 20, 30 and 40 days in an incubator at 26°C. After each 10 days, the treated corn straws were dried at 65 °C for 24 hours. The dried white rot fungus treated samples were passed through a mill with a diameter of 1 mm for chemical analysis and *in vitro* digestibility experiments.

Chemical analysis: Dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE) and crude ash (CA) of all samples were analyzed according to AOAC methods (AOAC 2006). Organic matter (OM) was estimated by using the DM and CA values of samples. Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) contents of samples were determined with the method described by Van Soest et al. (1991) using the ANKOM 200 Fiber Analyzer. Metabolic energy (ME) values were calculated by using of ADF % values of samples with the following equation (Kirchgessner & Kellener, 1981). $ME (MJ/kg KM) = 14.70 - 0.150 \times ADF$

Preparation of bags for Ankom Daisy^{II} in vitro fermentation system: The bags (Ankom F57 filter bag, Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA) were rinsed in acetone for 3 min. Then they were dried at room temperature. The dried bags were dried in an oven at 60 °C for 8 h. and they were weighed. The bags containing biologically treated corn straw samples were weighed (0.50 ± 0.01 g per bag, triplicate bags per treatment). The bags were sealed by an impulse bag sealer (Ankom 1915/1920 Heat Sealer, Ankom Technology Corp., Fairport, NY,

USA). The bags without substrate were also included as a blank.

Ankom Daisy^{II} incubation technique: The Ankom Daisy^{II} *in vitro* fermentation system (Ankom Technology Corp. Fairport, NY, USA) was used for the determination of *in vitro* true digestibility of fungus treated corn straw samples. The used procedure is based on the method described by Czerkawski and Breckenridge, (1977). Buffer solutions were prepared as described by the Ankom Daisy^{II} *in vitro* fermentation system procedure (ANKOM, 2020). The prepared bags were placed into jars; 1600 ml buffer solution and 400 ml rumen fluid were poured into each digestion jar. After 48 h of incubation, bags were rinsed under running tap water and dried. NDF, ADF and ADL contents of samples were analyzed (Van Soest et al., 1991). The bags were then dried at 105 °C for 12 hours then burned at 550 °C for 4-6 hours. *In vitro* true NDF, ADF and ADL digestibilities based on DM and OM samples were estimated by using equations described in Ankom Technology Method 3 (ANKOM, 2020).

Statistical analysis: White rod fungi ($i=1, \dots, 3$) and four incubation times ($j=1, \dots, 4$) were modeled with factorial design as following; $y_{ijk} = \mu + a_i + (ab)_{ij} + e_{ijk}$ where, y_{ijk} : observation for i . fungus, μ : population or overall means, a_i : effect of i . treatment group, $(ab)_{ij}$: interaction effect of i . treatment group and j . incubation time, e_{ijk} : individual error terms. The least square equation was executed by the GLM procedure (1978). Data were summarized with deterministic statistics with means and their standard error of means. Differences among means were determined by Duncan's multiple range tests, and also differences for interaction effects were tested with Tukey's range test (SAS, 2007).

RESULTS

The chemical compositions of samples are shown in Table 1.

The *in vitro* true NDF, ADF and ADL digestibility values of the treated corn straw with PO are given in Table 2. Differences were found significant between $IVTNDFD_{DM}$ and $IVTNDFD_{OM}$ values of samples ($P < 0.01$). The $IVTADLD_{DM}$ and $IVTADLD_{OM}$ values of the samples were not different between at 30 and 40 days of incubation but the difference between the other incubations were significant ($P < 0.01$).

The true *in vitro* NDF, ADF and ADL digestibility values of PE treated corn straw samples are shown in Table 3. The differences between mean $IVTD_{DM}$ and $IVTD_{OM}$ values of all samples for NDF and ADF contents were significant ($P < 0.01$). However, $IVTADLD_{DM}$ and $IVTADLD_{OM}$ values of the samples were not significant for 20 and 30 days incubations.

Table 1. Chemical composition of 10, 20, 30 and 40 days incubation of corn straw treated with *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* and *Lentinula edodes* (mean \pm SE).

CN %	CS-C 0 d	CS-PO 10 d	CS-PO 20 d	CS-PO 30 d	CS-PO 40 d	CS-PE 10d	CS-PE 20d	CS-PE 30d	CS-PE 40d	CE-LE 10d	CS-LE 20d	CS-LE 30d	CS-LE 40d
DM	94.4±0.68	94.3±0.75	93.8±0.53	93.3±0.55	92.8±0.87	93.7±0.81	93.3±0.76	92.4±0.85	92.1±0.69	93.0±0.71	92.7±0.69	92.5±0.85	92.1±0.65
CA	6.80±0.35	7.35±0.43	7.20±0.39	7.01±0.49	6.70±0.85	6.90±0.76	6.80±0.37	6.20±0.88	6.10±0.91	6.51±0.67	6.50±0.90	6.32±0.33	6.20±0.48
OM	87.6±0.75	86.9±0.63	86.6±0.58	86.29±0.89	86.1±0.65	86.8±0.47	86.5±0.56	86.2±0.45	86.0±0.69	86.5±0.56	86.2±0.79	86.1±0.68	85.9±0.74
CP	5.89±0.23 ^a	7.50±0.31 ^a	9.0±0.43 ^b	10.0±0.54 ^c	10.1±0.63 ^c	7.68±0.47 ^b	7.95±0.29 ^b	8.0±0.32 ^b	8.80±0.54 ^d	7.71±0.67 ^b	7.98±0.65 ^b	8.26±0.45 ^b	8.78±0.53 ^b
EE	1.17±0.03	1.22±0.02	1.25±0.06	1.24±0.03	1.22±0.01	1.18±0.02	1.17±0.03	1.18±0.05	1.16±0.01	1.17±0.04	1.21±0.05	1.16±0.03	1.19±0.07
NDF	75.6±0.67 ^a	70.0±58 ^a	66.4±0.69 ^a	65.5±0.55 ^a	60.8±0.71 ^b	73.4±0.52 ^b	67.6±0.64 ^b	67.0±0.41 ^b	66.8±0.18 ^b	74.4±0.63 ^b	69.3±0.74 ^b	67.8±0.63 ^b	66.7±0.48 ^b
ADF	40.2±0.17 ^a	38.6±0.21 ^a	36.7±0.15 ^a	34.7±0.34 ^a	34.4±0.45 ^a	37.6±0.32 ^b	35.8±0.28 ^b	34.6±0.31 ^b	34.2±0.26 ^b	39.8±0.43 ^b	39.7±0.29 ^b	38.8±0.33 ^b	38.4±0.30 ^b
ADL	9.90±0.11 ^a	7.5±0.10 ^b	6.50±0.11 ^b	6.4±0.12 ^b	5.77±0.13 ^b	8.15±0.15 ^b	8.01±0.15 ^b	7.10±0.14 ^b	4.62±0.10 ^b	8.81±0.13 ^b	8.21±0.12 ^b	7.11±0.11 ^b	6.51±0.10 ^b
ME _{ADF}	9.30±0.10 ^a	9.57±0.12 ^a	9.82±0.13 ^a	10.0±0.14 ^a	10.0±0.15 ^a	9.70±0.13 ^a	9.90±0.12 ^a	10.1±0.16 ^a	10.1±0.11 ^a	9.40±0.12 ^a	9.41±0.15 ^a	9.70±0.18 ^a	9.80±0.17 ^a

^{a,b,c,d} Differences between the means with different superscripts on the same row were significant (P<0.01, n = 10). d, day; DM: Dry matter, OM: Organic Matter, CP: Crude Protein, EE: Ether Extract, CA: Crude Ash, NDF: Neutral Detergent Fiber, ADF: Acid Detergent Fiber, ADL: Acid Detergent Lignin, ME: Metabolic Energy, CN: Crude Nutrient, CS-C: Corn Straw-Control, CS-PO: *Pleurotus ostreatus* treated corn straw, CS-PE: *Pleurotus eryngii* treated corn straw, CS-LE: *Lentinula edodes* treated corn straw.

Table 2. *In vitro* true NDF, ADF, and ADL digestibility values based on DM and OM for 10, 20, 30, and 40 days of incubation of corn straw treated with *Pleurotus ostreatus*.

<i>In vitro</i> True Digestibility Values (%)	CS-C	CS-PO ₁₀	CS-PO ₂₀	CS-PO ₃₀	CS-PO ₄₀
IVTNDFD _{DM}	60.73±2.54 ^a	64.89±1.99 ^a	69.84±1.95 ^b	70.76±2.31 ^b	74.64±2.13 ^b
IVTNDFD _{OM}	65.31±2.09 ^a	68.58±1.95 ^a	73.80±2.29 ^b	74.78±1.97 ^b	78.88±1.32 ^b
IVTADFD _{DM}	35.63±1.12 ^a	36.48±1.45 ^a	36.74±1.11 ^a	38.84±1.35 ^b	40.87±1.54 ^b
IVTADFD _{OM}	36.05±1.00 ^a	38.55±1.12 ^a	38.83±1.41 ^a	41.05±1.17 ^b	43.2±1.21 ^b
IVTADLD _{DM}	-	4.47±0.16 ^a	6.33±0.07 ^b	6.37±0.98 ^b	7.40±0.45 ^b
IVTADLD _{OM}	-	4.24±0.18 ^a	6.69±0.01 ^b	6.73±0.09 ^b	7.82±0.23 ^b

^{a,b,c,d} Differences between the means with different superscripts on the same row were significant (P<0.01, n=10). CS-C: Corn straw control, CS-PO: corn straw treated with *Pleurotus ostreatus*, IVTNDFD: *in vitro* true NDF digestibility, IVTADFD: *in vitro* true ADF digestibility, IVTADLD: *in vitro* true ADL digestibility.

Table 3. *In vitro* true NDF, ADF, and ADL digestibility values based on DM and OM at 0, 10, 20, 30, and 40 days of incubation of corn straw treated with *Pleurotus eryngii*.

<i>In vitro</i> True Digestibility Values (%)	CS-C $\bar{x} \pm SE$	CS-PE ₁₀ $\bar{x} \pm SE$	CS-PE ₂₀ $\bar{x} \pm SE$	CS-PE ₃₀ $\bar{x} \pm SE$	CS-PE ₄₀ $\bar{x} \pm SE$
IVTNDFD _{DM}	60.73±2.54 ^a	71.29±1.89 ^b	71.54±1.93 ^b	72.27±2.14 ^b	78.43±1.89 ^b
IVTNDFD _{OM}	65.31±2.09 ^a	75.34±2.04 ^b	75.61±1.99 ^b	76.30±2.09 ^b	82.89±1.71 ^b
IVTADFD _{DM}	35.63±1.12 ^a	36.24±1.54 ^a	36.62±1.09 ^a	38.02±1.13 ^b	39.89±1.36 ^b
IVTADFD _{OM}	36.05±1.00 ^a	38.30±1.15 ^a	38.70±1.09 ^a	38.18±1.43 ^b	45.57±1.54 ^b
IVTADLD _{DM}	-	4.24 ± 0.03 ^a	7.07 ± 0.05 ^b	8.13 ± 0.13 ^b	8.21 ± 0.05 ^b
IVTADLD _{OM}	-	4.47 ± 0.09 ^a	7.47 ± 0.12 ^b	8.59 ± 0.04 ^b	8.68 ± 0.11 ^b

^{a,b,c,d} Differences between the means with different superscripts on the same row were significant (P<0.01, n = 10). CS-C: Corn straw control, CS-PE: corn straw treated with *Pleurotus eryngii*, IVTNDFD: *in vitro* true NDF digestibility, IVTADFD: *in vitro* true ADF digestibility, IVTADLD: *in vitro* true ADL digestibility.

The *in vitro* true NDF, ADF and ADL digestibility of corn straw treated with LE are shown in Table 4. Significant differences were found between IVTNDFD_{DM} and IVTNDFD_{OM} values of samples (P<0.01). The mean values of IVTADFD_{DM} and IVTADFD_{OM} of samples were not significant at 10 and 20; 30 and 40 days of incubation periods but the differences among the others were significant (P<0.01). The mean IVTADLD_{DM} and IVTADLD_{OM} values of the same samples were not significant between 20 and 30 days of incubation, but the differences between the other incubation times were significant (P<0.01).

Table 4. *In vitro* true NDF, ADF, and ADL digestibility values based on DM and OM at 0, 10, 20, 30, and 40 days of incubation of corn straw treated with *Lentinula edodes*.

<i>In vitro</i> True Digestibility Values (%)	CS-C $\bar{x} \pm SE$	CS-LE ₁₀ $\bar{x} \pm SE$	CS-LE ₂₀ $\bar{x} \pm SE$	CS-LE ₃₀ $\bar{x} \pm SE$	CS-LE ₄₀ $\bar{x} \pm SE$
IVTNDFD _{DM}	60.73±2.54 ^a	71.12±1.56 ^b	72.20±1.90 ^b	73.95±2.17 ^b	79.27±1.99 ^b
IVTNDFD _{OM}	65.31±2.09 ^a	75.16±2.27 ^b	76.30±1.87 ^b	78.16±1.65 ^b	83.78±1.32 ^b
IVTADFD _{DM}	35.63±1.12 ^a	40.79±1.15 ^b	40.99±1.21 ^b	42.07±1.41 ^b	42.31±1.32 ^b
IVTADFD _{OM}	38.05±1.00 ^a	43.11±1.37 ^b	43.32±1.11 ^b	44.46±1.09 ^b	44.71±1.28 ^b
IVTADLD _{DM}	-	6.82±0.05 ^a	7.96±0.16 ^b	8.22±0.09 ^b	9.41±0.08 ^b
IVTADLD _{OM}	-	6.49±0.08 ^a	8.41 ± 0.12 ^b	8.69 ± 0.15 ^b	9.23 ± 0.06 ^b

^{a,b,c,d} Differences between the means with different superscripts on the same row were significant (P<0.01, n = 10). CS-C: Corn straw control, CS-PO: corn straw treated with *Pleurotus ostreatus*, CS-PE: corn straw treated with *Pleurotus eryngii*, CS-LE: corn straw treated with *Lentinula edodes*, IVTNDFD: *in vitro* true NDF digestibility, IVTADFD: *in vitro* true ADF digestibility, IVTADLD: *in vitro* true ADL digestibility

The *in vitro* true DM digestibility values of corn straw treated with PO, PE and LE for are shown in Table 5. The differences between the incubation times of the

IVTDM values of samples were statistically significant (P<0.05). The differences between the mean values of the PO, PE and LE at the same incubation were significant (P<0.05).

Table 5. *In vitro* true DM digestibility values at 0, 10, 20, 30, and 40 days of incubation of corn straw treated with *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* and *Lentinula edodes*.

IVTDM values based on incubation times (%)	CS-C $\bar{x} \pm SE$	CS-PO $\bar{x} \pm SE$	CS-PE $\bar{x} \pm SE$	CS-LE $\bar{x} \pm SE$
IVTDM ₁₀	59.45 ± 1.11 ^b	60.51 ± 0.98 ^a	60.82±1.00 ^a	60.18±1.41 ^a
IVTDM ₂₀	59.45 ± 2.29 ^d	70.55 ± 1.98 ^c	67.18±1.34 ^b	66.96±1.77 ^a
IVTDM ₃₀	59.45 ± 1.56 ^d	74.90 ± 1.19 ^c	69.18±1.63 ^b	69.28±1.54 ^b
IVTDM ₄₀	59.45 ± 2.03 ^d	76.50 ± 1.99 ^c	71.24±1.88 ^b	73.04±1.92 ^b

^{a,b,c,d} Differences between the means with different superscripts on the same row were significant (P<0.05, n = 10). CS-C: Corn straw control, CS-PO: corn straw treated with *Pleurotus ostreatus*, CS-PE: corn straw treated with *Pleurotus eryngii*, CS-LE: corn straw treated with *Lentinula edodes*, IVTDM: *in vitro* true dry matter digestibility.

DISCUSSION

Chemical composition of untreated corn stover was found similar to previously published values for corn straw (Russel, 1986; Alhassan & Aliyu, 1991). The mean DM%, CA%, EE% and OM % values of CS-C, CS-PO₁₀₋₄₀, CS-PE₁₀₋₄₀; CS-LE₁₀₋₄₀ were changed between 92.10-94.40%; 6.10-7.35%; 1.16-1.25% and 87.60-85.90% respectively.

Obtained results for DM%, CA%, EE% and OM % values were different from the reported similar study with bamboo and corn straw (Adenipekun & Okunlade, 2012). The reason for finding different results in our study may be due to different treatment methods and the 90-day long incubation period used in their study.

PO, PE and LE treatment of corn straw increased the CP% values in the present study at increasing incubation times. Akinfemi et al. (2010) reported that sorghum stover treatment with two different white rot fungi also improved digestibility and increased CP level. Langar et al. (1980) reported that wheat straw treated with *Agaricus bisporus* fungus and incubated for 26-30 days and treated with *Volvariella diplasia* and incubated for 28-30 days showed that soluble cell wall components, lignin and hemicellulose were decreased but CP content was increased. Obtained results for CP, NDF, ADF and ADL of treated corn straw samples were in line with the reported values by Langar et al. (1980). The NDF values of CS-PO

were found less than CS-PE and CS-LE at 30 and 40 days incubations. The lowest NDF value for CS-PO was 60.8% at 40 days incubation. Comparison of 10, 20, 30 and 40 days of incubations on NDF levels showed that mean values were decreased with increasing incubation times. The mean NDF values for 30 and 40 days were 65.5% and 60.8 % respectively. The results indicate that white rot fungi were degraded the lignin content of CS. Similar to our study, Bribiesca et al. (2010) reported that NDF levels of corn straw were also decreased with PO treatment for 15 days incubation. It was also shown that the digestibility of OM increased from 200 g/ mL to 309 g/mL after 49 days of incubation of wheat straw with *Ceriporiopsis subvermispota* fungus (Bribiesca et al., 2010).

Tuyen et al. (2012) reported that treated maize stover with the white rot fungi *Ceriporiopsis subvermispota*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus eryngii*, or *Pleurotus ostreatus* at 24 °C for 0-6 weeks, showed a linear relationship ($P < 0.05$) between the proportion of lignin in the original substrate for *C. subvermispota* and *L. edodes* treatments ($R^2 = 0.92$ and 0.96 , respectively). In our study, IVTNDFD, IVTADFD, IVTADLD and IVTDMD of CS-C, CS-PO, CS-PE and CS-LE were increased with increasing incubation times for 0-40 days (Tables 4-7). White rot fungus mainly *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* and *Lentinula edodes* treatments had a very good effect to improve the digestibility of corn straw as IVTNDFD reported values by Tuyen et al. (2012). Among the estimated values of IVTNDFD, IVTADFD and IVTADLD of fungi treated corn straw between 0-40 days incubations as shown in Tables 6 and 7, the most effective fungus was PO and incubation times were 30 and 40 days. Even though the estimated digestibility of corn straw for 40 days incubated PO was similar to 30 days incubation with the same fungus, unwanted physical appearances occurred after 40 days of incubation time. In the previously reported paper, *in situ* degradability of NDF after PO treatment of corn stover was also increased (Díaz-Godínez & Sánchez 2002). Biologically treated roughages had higher digestibility for most of the nutrients (both cell walls and cell soluble) with an increase in crude protein content as compared to untreated material, besides ensuring more fermentable substrates in the rumen (Mahesh & Mohini, 2013). In a reported paper, exogenous fibrinolytic enzyme supplementation to the high fiber containing diet enhanced the feed intake and improved growth performance in Lezhi black goats (Song et al., 2018). Findings of our study also showed that all three fungi PO, PE and LE treatments of corn straw increased the true digestibility of NDF, ADF, ADL and DM at all incubation times between 0-40 days (Tables 4-7). This is a very good indication that treatment of corn straw with PO, PE and LE can break the lignocellulose complexes and

enhance its energy and protein values for ruminants.

Raghuwanshi et al. (2014) reported that wheat straw treatment with the tannase enzymes isolated from *Ganoderma spp.* increased CP by 1.28% and degraded lignin, thus the digestibility of wheat straw was increased (Kundu et al. 2005). Some of fungi species have high ligninolytic activity, *Pleurotus spp.* is one of the type of fungi improves digestibility of crop residues. Bribiesca et al. (2010) demonstrated that corn straw treated with *P. ostreatus* for 15 days increased the crude protein, soluble protein, soluble carbohydrates, ash and decreased neutral detergent fiber. In a study, *Cyathusstercoreus* was the best observed among four white rot fungi (*Phanerochaete chrysosporium*, *Auricularia polytricha*, and *Sporotrichum pulverulentum*) tested with maximal ligninolytic and minimal cellulolytic and hemicellulosic activity leading to minimizing nutritional loss (Bakshi et al., 2011).

The ruminal degradability of various varieties of wheat straw treated with *Ceriporiopsis subvermispota* and *Lentinula edodes* were shown a very good degradation of lignin on a more mature straw (89.0%) in comparison with the straw harvested at an earlier stage (70.7%) (Nayan et al., 2019).

Shrivastava et al. (2011) reported a significant reduction in the number of cell wall components such as ADF, NDF, hemicelluloses, lignin and cellulose by 35.00, 39.88, 45.00, 37.48 and 37.86% in *P. ostreatus* fermented straw; 30.04, 33.85, 39.90, 31.29 and 34% in *T. versicolor* fermented straw respectively. However, maximum efficacy was observed in terms of low carbohydrate consumption per unit of lignin degradation for *P. ostreatus* on day 10 (17.12%) compared with *T. versicolor* (16.91%) on day 30. Hassim et al. (2012) reported an increase in rumen degradation of oil palm fronds leaves for white rot fungi *Ceriporiopsis subvermispota* (13%) and *Lentinula edodes* (10%) treatments but not for supplementation with yeast or enzymes. White rot basidiomycetes are the most potent lignin degraders of all known microorganisms (Galhaup et al., 2002). Adenipekun et al. (2012) reported that the degradation of rattan wood and maize stovers were increased with *Pleurotus ostreatus* treatment, and the crude protein in the treated substrates for both rattan wood and maize stovers was higher than the untreated substrates throughout the period of incubation (Adenipekun and Okunlade, 2012). On the other hand, Belewu and Belewu, (2005) indicated that the addition of fungal protein to rice husk increased degradability and crude protein content of rice husk. Jonathan et al. (2004) also reported an increase in fungal protein when maize stovers were treated with *Pleurotus tuber-regium*. Thi Huyen et al. (2019) reported that biological treatments methods by using white rot fungi were one of the best alternatives to improve the nutritional value of rice straw since the effects of the utilization of

fungal treated rice straw in the diet of sheep on feed intake and nutrient digestibility was better than untreated or urea treated rice straw.

CONCLUSIONS

The obtained results show that the most effective incubation time is 30 days and white rot fungus is *Pleurotus ostreatus*. The lignocellulosic complex digestibility of corn straw was increased by 17 % at 30 days incubation with *Pleurotus ostreatus*. Besides, the estimated digestibility of corn straw for 40 days incubated corn straw with *Pleurotus ostreatus* is also close to 30 days incubation with the same fungus, however, odor and color changes occurred after 40 days of incubation time. Feeding trials may be required to observe the effects of fermented corn straw on animal productivity before putting into commercial scale application of fermented corn straw preparation. As a result, the present study indicated that all studied white rot fungi *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* and *Lentinula edodes* have a potential to improve the quality of corn straw for ruminant nutrition.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Ondokuz Mayıs University for supporting the project with the code PYO.VET.1904.15.010. This study was previously presented as a summary report at the following congresses; International Conference on Animal and Veterinary Sciences 2017, International Advance Researches in Engineering Congress/IAREC'17, 1st International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences.

REFERENCES

- Adenipekun, C.O. & Okunlade, O.A. (2012).** Biodegradation of rattan wood and maize stovers by *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Natural Sciences*, **10**, 49-57.
- Akinfemi, A., Adu, O.A. & Doherty, F. (2010).** Conversion of sorghum stover into animal feed with white-rot fungi: *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius*. *African Journal of Biotechnology*, **9**, 1706–1712.
- Alhassan, W.S. & Aliyu, S.U. (1991).** Studies on urea ammonia treatment of maize straw: treatment method and potential for dry season feeding of cattle in Northern Nigeria. *Animal Feed Science and Technology*, **33**, 289-295.
- ANKOM. (2020).** Ankom Technology Method 3. *In vitro* True Digestibility using the DAISY^{II} Incubator. https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_3_Invitro_D200_D200I.pdf. (2 Feb 2020).
- AOAC. (2006).** *The official methods of analysis of AOAC international, 18th edn.* Association of Official Analytical Chemists. Arlington, USA (2), 59-62.
- Bakshi, M.P.S., Wadhwa, M., Gangwar, M. & Lamba, J.S. (2011).** Biodegradation of wheat straw by lignolytic fungi. *Indian Journal of Animal Nutrition*, **28**, 371-376.
- Belewu, M.A. & Belewu, K.Y. (2005).** Cultivation of Mushrooms (*Volvariella volvacea*) on banana Leaves. *African Journal of Biotechnology*, **4**, 1401-1403.
- Bribiesca, J.E.R., Sanchiez, S.A., Hernandez, L.M., Chavira, J.S., Galaviz, Monterrosa, R.G.C. & Lopez, V.S. (2010).** Influence of *Pleurotus ostreatus* spent corn straw on performance and carcass characteristics of feedlot Pelibuey lambs. *Indian Journal of Animal Science*, **80**, 754-757.
- Czerkawski, J.W. & Breckenridge, G. (1977).** Design and development of long-term rumen simulation technique (RUSITEC). *British Journal of Nutrition*, **38**, 271-384.
- Dadayli, G., (2014).** *The effects of fragmentation and casing on biological efficiency and yield of Pleurotus eryngii mushroom in substrates prepared by tea waste.* OMU Institute of Science Sciences. Samsun, Turkey.
- Díaz-Godínez, G. & Sánchez, C. (2012).** *In situ* digestibility and nutritive value of maize straw generated after *Pleurotus ostreatus* cultivation. *Canadian Journal of Animal Science*, **82**, 617-619.
- Ding, C., Wang, X. & Li, M. (2019).** Evaluation of six white-rot fungal pretreatments on corn stover for the production of cellulolytic and ligninolytic enzymes, reducing sugars, and ethanol. *Applied Microbiology and Biotechnology*, **103(14)**, 5641-5652.
- Fazaeli, H., Mahmoodzadeh, H., Jelan, Z.A., Rouzbenhan, Y., Liang, J.B. & Azizi, A. (2004).** Utilization of fungal treated wheat straw in the diet of late lactating cow. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, **17**, 467-472.
- Godliving, Y.S.M. (2012).** Lignocellulolytic enzymes from tropical fungi: Types, substrates and applications. *Scientific Research and Essays*, **7**, 1544-1555.
- Han, Y.W. (2001).** Microbial utilization of straw (a review). *Advances in Applied Microbiology*, **23**, 119-153.
- Hassim, H.A., Lourenço, M., Goh, Y.M., Baars, J.J.P. & Fievez, V. (2012).** Rumen degradation of oil palm fronds is improved through pre digestion with white rot fungi but not through supplementation with yeast or enzymes. *Canadian journal of Animal Science*, **92**, 79-87.
- Huang, W.B., Wachemo, A.C., Yuan, H.R. & Li, X.J. (2019).** Modification of corn stover for improving biodegradability and anaerobic digestion

- performance by Ceriporiopsis subvermispora. *Bioresource Technology*, **283**, 76-85.
- Jonathan, S.G., Fasidi, I.O. & Ajayi, E.J. (2004).** Physico-Chemical studies on *Volvariella esculenta* (Mass) Singer, a Nigerian edible fungus. *Food Chemistry*, **85**, 339-342.
- Kirchgessner, M. & Kellener, R.J. (1981).** Schatzung Des Energetischen Futterwertes von Grün und Rauhfutter Durch Die Cellulase method. *Landwirtschaftliche Forschung*, **34**, 276-281.
- Kundu, S.S., Mojumdar, A.B., Singh, K.K. & Das, M.M., (2005).** Improvement of poor quality roughages. In: S.S. Kundu, S.K. Mahanta, S. Singh, P.S. Pathak (eds) *Roughage Processing Technology*, 193-209p, Satish Serial Publishing House, Delhi, India.
- Langar, P.N., Sehgal, J.P. & Garcha, H.S. (1980).** Chemical changes in wheat and paddy straw after fungal cultivation. *Indian Journal of Animal Science*, **50**, 942-946.
- Mahesh, M.S. & Mohini, M. (2013).** Biological treatment of crop residues for ruminant feeding: A review. *African Journal of Biotechnology*, **12**, 4221-423.
- Metri, Y. & Warly, L. (2018).** Suyitman. Biodegradation of lignin by white rot fungi (*Pleurotus ostreatus*) to decrease the fibre components in the palm midrib. *Pakistan Journal of Nutrition*, **17**(2), 71-75.
- Naser, M.S., Bayaz, A.Z., Ramin, S., Alireza, A., Abolfazl, A.G. & Mohebbizadeh, M. (2011).** Determining nutritive value of soybean straw for ruminants using nylon bags technique. *Pakistan Journal of Nutrition*, **10**, 838-841.
- Nayan, N., Van Erven, G., Kabel, M.A., Sonnenberg, A.S.M., Hendriks, W.H. & Cone, J.W. (2019).** Improving ruminal digestibility of various wheat straw types by white-rot fungi. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **99**(2), 957-65.
- Niu, D., Zuo, S., Jiang, D., Tian, P., Zheng, M. & Xu, C. (2018).** Treatment using white rot fungi changed the chemical composition of wheat straw and enhanced digestion by rumen microbiota in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, **237**, 46-54.
- Raghuwanshi, S., Misra, S. & Saxena, R. K. (2014).** Treatment of wheat straw using tannase and white-rot fungus to improve feed utilization by ruminants. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, **5**, 13-20.
- Russell, J.R. (1986).** Influence of harvest date on the nutritive value and ensiling characteristics of maize stover. *Animal Feed Science and Technology*, **14**, 11-27.
- SAS. (2007).** Statistical software, SAS Campus Drive. Cary.
- Shrivastava, B., Thakur, S., Khasa, Y.P., Gupte, A., Puniya, A.K. & Kuhad, R.C. (2011).** White rot fungal conversion of wheat straw to energy rich cattle feed. *Biodegradation*, **22**, 823-831.
- Song, S.D., Chen, G.J., Guo, C.H., Rao, K.Q., Gao, Y.H., Peng, Z.L., Zhang, Z.F., Bai, X., Wang, Y., Wang, B.X., Chen, Z.H., Fu, X.S. & Zhu, W.L. (2018).** Effects of exogenous fibrolytic enzyme supplementation to diets with different NFC/NDF ratios on the growth performance, nutrient digestibility and ruminal fermentation in Chinese domesticated black goat. *Animal Feed Science and Technology*, **236**, 170-177.
- Stamest, P. (1993).** *Growing gourmet and medicinal mushrooms*, Ten Speed Press, Berkley.
- Thi Huyen, N., Quang Tuan, B., Xuan Nghie, N., Thi Bich, T.N. & Thi Tuyet, N. (2019).** Effect of using fungal treated rice straw in sheep diet on nutrients digestibility and microbial protein synthesis. *Asian Journal of Animal Science*, **13**(1), 1-7.
- TMMOB. (2018).** Turkey corn production report. http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30187&tipi=17&sube=0. (5 May 2020).
- Tuyen, V.D., Cone, J.W., Baars, J.J.P., Sonnenberg, A.S.M. & Hendriks, W.H. (2012).** Fungal strain and incubation period affect chemical composition and nutrient availability of wheat straw for rumen fermentation. *Bioresource Technology*, **111**, 336-342.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D. & Lewis, B.A. (1991).** Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, **74**, 3583-3597.



Morphometric Relationships of *Nemipterus randalli* (Russell, 1986) from İskenderun Bay

Ramazan YAZICI^{1*} Okan YAZICIOĞLU² Tamer AKKAN³

¹Laborant and Veterinary Health Program, Veterinary Department, Çiçekdağı Vocational School, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey

²Department of Plant and Animal Production, Vocational School of Technical Sciences, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey

³Giresun University, Science and Art Faculty, Biology Department, Giresun, Turkey

Geliş/Received: 16.11.2020

Kabul/Accepted: 06.12.2020

How to cite: Yazıcı, R., Yazıcıoğlu, O. & Akkan, T. (2020). Morphometric Relationships of *Nemipterus randalli* (Russell, 1986) from İskenderun Bay. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 772-776.

Atıf yapmak için: Yazıcı, R., Yazıcıoğlu, O. & Akkan, T. (2020). İskenderun Körfezi'ndeki *Nemipterus randalli* (Russell, 1986)'nin Morfometrik İlişkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 772-776.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-2274-0707>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4302-2181>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-9866-4475>

***Corresponding author's:**

Ramazan YAZICI

Laborant and Veterinary Health Program,
Veterinary Department, Çiçekdağı Vocational
School, Kırşehir Ahi Evran University,
Kırşehir, Turkey.

✉: rmznyzci@gmail.com

Mobile telephone: +90 (541) 717 75 73

Telephone : +90 (386) 280 55 10

Fax : +90 (386) 280 40 40

Abstract: In this study was aimed to describe the relationships between morphometric characters and total length of *Nemipterus randalli*. A total of 107 samples were collected from İskenderun Bay in November 2018. The results show that estimates of total length of this species through morphometric character are reliable. Linear regressions showed the best accuracy for all relationships between morphometric characters and total length. Among obtained relationships, the best fit was recorded between total length and head length, while the lowest value of coefficient of determination was also determined between total length and horizontal mouth gape. Establishing morphometric relationships can provide an alternative to back-calculation of fish length and can provide information that aids in understanding complex relationships between predator and prey size. The equations generated to obtain the total length of the fish using morphometric character data can be used in dietary studies of top predators and paleontological studies.

Keywords: İskenderun Bay, Linear Relationships, Morphometry, *Nemipterus randalli*.

İskenderun Körfezi'ndeki *Nemipterus randalli* (Russell, 1986)'nin Morfometrik İlişkileri

***Sorumlu yazarın:**

Ramazan YAZICI

Laborant ve Veteriner Sağlık Programı,
Veterinerlik Bölümü, Çiçekdağı Meslek
Yüksekokulu, Kırşehir Ahi Evran
Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye.

✉: rmznyzci@gmail.com

Cep telefonu : +90 (541) 717 75 73

Telefon : +90 (386) 280 55 10

Faks : +90 (386) 280 40 40

Öz: Bu çalışmada, *Nemipterus randalli*'nin morfometrik karakterler ile toplam uzunluğu arasındaki ilişkileri tanımlamak amaçlanmıştır. Kasım 2018 tarihinde toplam 107 örnek İskenderun Körfezi'nden elde edilmiştir. Sonuçlar, morfometrik karakter üzerinden bu türün toplam uzunluğunun tahminlerinin güvenilir olduğunu göstermektedir. Doğrusal regresyonlar, morfometrik karakterler ve toplam uzunluk arasındaki tüm ilişkiler için en iyi doğruluğu göstermiştir. Elde edilen ilişkiler arasında en iyi uyum toplam uzunluk ve baş uzunluğu arasında kaydedilmiş iken, en düşük korelasyon katsayısı değeri ise toplam uzunluk ile yatay ağız açıklığı arasında belirlenmiştir. Morfometrik ilişkilerin kurulması, balık uzunluğunun geriye doğru hesaplanmasına bir alternatif sağlayabilir ve avcı ile av boyutu arasındaki karmaşık ilişkilerin anlaşılmasına yardımcı olan bilgiler sağlayabilir. Morfometrik karakter verilerini kullanarak balıkların toplam uzunluğunu elde etmek için oluşturulan denklemler, predator balıkların beslenme çalışmalarında ve paleontolojik çalışmalarda kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: İskenderun Körfezi, Linear ilişkiler, Morfometri, *Nemipterus randalli*.

INTRODUCTION

Nemipterus randalli Russell, 1986, Randall's threadfin bream, has a common distribution western Indian Ocean including the east and west coasts of India, Pakistan, the Persian (Arabian) Gulf, Red Sea, including the Gulf of

Aqaba, the Gulf of Aden, and the eastern African coast: the Seychelles and Madagascar (Russell, 1990). Randall's threadfin bream being benthic species, lives on sand or mud bottoms in depths of 22 to 225 m (Russell, 1990).

The morphometric characters of fishes are a good tool for estimating about feeding style, the life history, and

swimming abilities of fish (Kováč et al., 1999). The calculated analyses from morphometric character help to understand the relationships between the body parts. Morphometric characters can identify aspects of body shape in fishes. These characters can commonly use in fisheries biology to measure discreteness between different fish stocks (Qadri et al., 2017) and relationships among various taxonomic categories (Turan, 1999).

There are researches on feeding habits (Gurlek et al., 2010), age and growth (Erguden et al., 2010; Innal et al., 2015; Demirci et al., 2020), length-weight relationships (Erguden et al., 2009), fish length and otolith size relationships (Uyan et al., 2019) and reproductive feature (Demirci et al., 2018) of Randall's threadfin bream. The available data on the morphometric characteristics of Randall's threadfin bream are very rare. Only Innal et al. (2015) published some comparable morphometric data on this species from Antalya Gulf. Moreover, the study about morphometric relations was not found for İskenderun Bay populations. The aim of paper is to determine relationships between morphometric characters and total length.

MATERIAL AND METHOD

Samples were collected from İskenderun Bay in November 2018. Sampling operations were carried out with a medium water trawl net made of polyethylene (PE) material ($\emptyset 0.40 * 10$) with a mouth opening of 1.5-2m, 22 mm mesh width, 35m length and 7 m width, of İskenderun Bay Denizciler area. A total of 107 specimens were analyzed to determine relationships between the morphometric characters and total length. A total of eight morphometric character measurements were made on left side of the body of each fish specimen. The total length (TL) of the fish were measured to the nearest 0.1 cm using fish measuring board. The measurements of the others morphometric characters were done by using a digital caliper. The sex of samples was detected by the examination of gonads macroscopically. The morphometric features studied included total length (TL), pectoral fin ray length (PFRL), dorsal fin length (DFL), head height (HH), head length (HL), body height (BH), vertical mouth gape (VMG) and horizontal mouth gape (HMG) of the specimens. The morphometric character was measured as given in Table 1.

Linear ($y = ax + b$) and non-linear ($y = ax^b$, power model) regression models were calculated to determine what equations best described the relationships between morphometric character and total length. Where Y is the

variable (morphometric character), 'x' is the independent character (total length) and 'a' and 'b' are constants. The model with the highest coefficient of determination (r^2) was chosen to describe these relationships.

Table 1. Measured morphometric character of *Nemipterus randalli*

orphometric character	Abbreviation	Description of measured parameters
Total length	TL	Measurement of body length from tip of largest jaw to the largest part of caudal fin
Pectoral Fin Ray Length	PFRL	The length of the longest fin ray of pectoral fin.
Dorsal Fin Length	DFL	Distance from the start of the fin to the end by the dorsal side.
Head Height	HH	Distance between the upper and lower edges of the head in ventral position.
Head Length	HL	Distance between the anterior head extremity and the end of operculum
Body Height	BH	Maximum vertical length of body
Vertical Mouth Gape	VMG	Greater distance between the measured lips with mouth open
Horizontal Mouth Gape	HMG	Internal distance from the mouth when fully open

The t-test was used to compare the outcomes of morphometric measurements between sexes. Paired t-test was used to determine the difference in measurements of left and right pectoral fin rays length. The differences in the slope of regressions equations between males and females were tested by analysis of covariance (ANCOVA). Statistical analyses were performed with Minitab 17.0 software package and a level of significance of $\alpha=0.05$ was accepted.

RESULTS

A total of 107 specimens were examined for determining the relationships between morphometric characters and total length. Of the total fish examined, 36 were females and 71 were males. The total lengths of all samples ranged from 11.1 cm to 19.3 cm, with a mean value of 15.3 ± 1.518 cm (sd). The descriptive statistics of morphometric characters are given in Table 2. The mean values of TL, PFRL, DFL, HH, HL, and BH of females were higher than mean values of male (Table 2). The mean values of mouth morphometric characters (VMG and HMG) were detected the highest in males (Table 2).

There was significant difference in the measurements of all morphometric character (TL, PFRL, DFL, HH, HL, BH, VMG, and HMG) between females and males (t-test, $p < 0.05$). For this reason, the relationships between total length and morphometric characters were generated separately according to female, male, and entire sample. The differences in morphometric measurements of both left and right pectoral fin ray length in female and male are not statistically significant (paired t-test, $p > 0.05$). Therefore, the left pectoral fin ray length was used to determine regression model.

Table 2. The descriptive statistics of morphometric characters of female, male, and entire sample in *Nemipterus randalli*.

Morp. Characters	Sex	n	Min-Max	Mean	SD	t-test
TL	Female	36	11.1 - 18.5	15.9	1.497	P<0.05
	Male	71	12.0 - 19.3	15.0	1.455	
	Entire	107	11.1 - 19.3	15.3	1.518	
PFRL	Female	36	2.9000 - 4.8000	4.2083	0.4735	P<0.05
	Male	71	2.6000 - 4.6000	3.5803	0.3698	
	Entire	107	2.6000 - 4.8000	3.7916	0.5032	
DFL	Female	36	4.400 - 7.300	6.208	0.643	P<0.05
	Male	71	4.4000 - 7.7000	5.8718	0.5844	
	Entire	107	4.4000 - 7.7000	5.9850	0.6227	
HH	Female	36	2.1000 - 4.4000	3.4028	0.4672	P<0.05
	Male	71	2.3000 - 4.2000	3.0085	0.4006	
	Entire	107	2.1000 - 4.4000	3.1411	0.4672	
HL	Female	36	2.9000 - 5.0000	4.1389	0.4416	P<0.05
	Male	71	2.8000 - 5.0000	3.9113	0.4393	
	Entire	107	2.8000 - 5.0000	3.9879	0.4511	
BH	Female	36	2.9000 - 5.4000	4.3278	0.5262	P<0.05
	Male	71	2.6000 - 5.1000	3.9178	0.4876	
	Entire	107	2.6000 - 5.4000	3.9178	0.5784	
VMG	Female	36	1.0000 - 2.9000	1.6667	0.3825	P<0.05
	Male	71	1.5000 - 3.4000	1.9099	0.2742	
	Entire	107	1.0000 - 3.4000	1.8280	0.3336	
HMG	Female	36	0.9000 - 2.8000	1.5306	0.3311	P<0.05
	Male	71	1.4000 - 3.2000	1.8845	0.2901	
	Entire	107	0.9000 - 3.2000	1.7654	0.3464	

Both linear and non-linear regression model were calculated to determine the relationships between morphometric characters. The linear regression model was showed the best fitted compared to the non-linear regression for expressing these relationships. All morphometric measurements were positively related to fish total length, with r^2 values ranging between 0.22 and 0.87. No significant difference was observed in slopes (b) of relationships between morphometric characters of females and males (ANCOVA, $p>0.05$). However, slopes (b) of TL-VMG and TL-HMG relationships were statistically different between female and male (ANCOVA, $p<0.05$).

The all morphometric characters were showed well correlated with the total length, except the mouth morphometric characters. Among calculated these relationships, the highest value of the coefficient of regression (r^2) was obtained for total length (TL) and head length (HL) in entire sample, while the lowest value of coefficient of determination was detected between total length (TL) and horizontal mouth gape (HMG). The r^2 values of TL-HL, TL-HH, TL-PFRL, and TL-BH relationship were higher in male, while the r^2 values of TL-DF, TL-HMG, and TL-VMG relationship were the higher in female (Figure 1 and Figure 2).

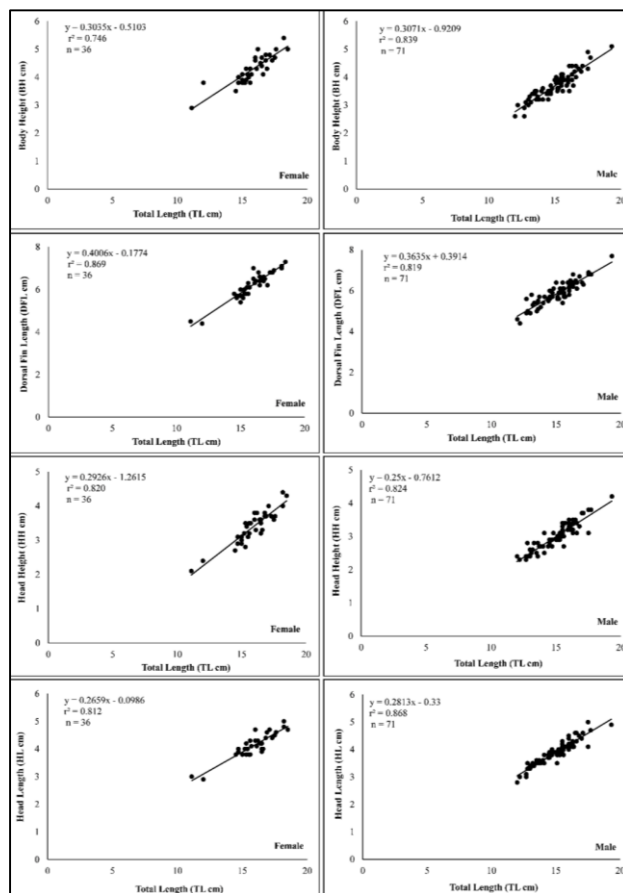


Figure 1. The relationships between BH, DFL, HH, and HL and total length in females and males of *Nemipterus randalli*.

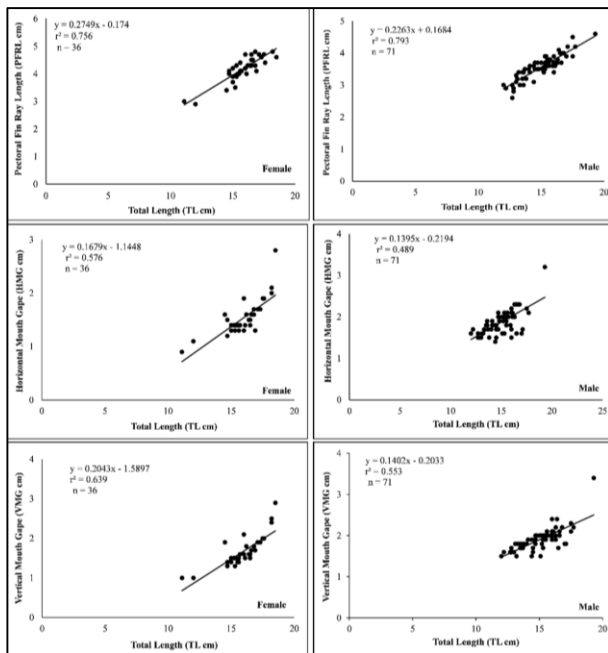


Figure 2. The relationships between PFRL, HMG, and VMG and total length in females and males of *Nemipterus randalli*.

DISCUSSION AND CONCLUSION

The biological features such as age and growth, length-weight relationships, fish length and otolith size relationship, and reproduction feature of *N. randalli* Antalya Gulf and İskenderun Bay population were determined by different researchers (Erguden et al., 2009; Erguden et al., 2010; Özvarol, 2014; Uyan et al., 2019; Demirci et al., 2020). Little information is available on the morphometric character measurements of *N. randalli* (Innal et al., 2015). Since there is no study on relationships between morphometric measures and body length for Randall's threadfin bream inhabiting İskenderun Bay, the comparisons were done the other populations of this species

The linear regression model is generally chosen to detect relationships between morphometric characters and length of the fish (Šantić et al., 2011). In this study, both linear and non-linear models were analyzed for defining the relationships between morphometric characters and total length. The simple linear regression model determined morphometric relationships, for the eight morphometric features evaluated here had higher correlation coefficients than non-linear model. Similarly, studies that being high positive correlation coefficients of morphometric relationships have been reported (Innal et al., 2015; Balai et al., 2017).

The mean values of morphometric measurements of females were higher than mean values of male in this study. These differences between morphometric characters for sexes in this study are in general agreement with other

studies reported on *Amblypharyngodon mola* (Gogoi & Goswami, 2015). However, Innal et al. (2015) stated that length and weight of males were higher than females in *N. randalli*.

The morphometric characters of Randall's threadfin bream were all positively related to fish total length. The lowest determination coefficient value was found between the mouth measurements and total length in this study. The relationships between other characters and total length had high determination coefficient values.

In conclusion, the use of all measurements except mouth measurements is more reliable for assessing and calculating morphometric data. There is a significant difference in size and body depth between both the sexes.

REFERENCES

- Balai, V.K., Sharma, L.L. & Ujjania, N.C. (2017). Morphometric relationship of Indian major carps (*Catla catla*, *Labeo rohita* and *Cirrhinus mrigala*) from Jaisamand Lake, Udaipur (India). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(3), 547-550.
- Demirci, S., Demirci, A. & Şimşek, E. (2018). Spawning season and size at maturity of a migrated fish, Randall's Threadfin Bream (*Nemipterus randalli*) in Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 503-507.
- Demirci, S., Demirci, A. & Şimşek, E. (2020). The Validation of Different Growth Models of Randall's Threadfin Bream, *Nemipterus randalli* (Russell, 1986), in Northeastern Mediterranean Sea. *Pakistan Journal of Zoology*, 52(3), 1113-1119. DOI: [10.17582/journal.pjz/20180327130349](https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20180327130349)
- Erguden, D., Turan, C. & Gurlek, M. (2009). Weight-length relationships for 20 Lessepsian fish species caught by bottom trawl on the coast of Iskenderun Bay (NE Mediterranean Sea, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 25(1), 133-135. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2008.01198.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01198.x)
- Erguden, D., Turan, C., Gurlek, M., Yaglioglu, D. & Gungor, M. (2010). Age and growth of the Randall's threadfin bream *Nemipterus randalli* (Russell, 1986), a recent Lessepsian migrant in Iskenderun Bay, northeastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(3), 441-444. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2009.01387.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01387.x)
- Gogoi, R. & Goswami, U.C. (2015). Morphometric and meristic study of *Amblypharyngodon mola* (Ham-Buch) from different habitats of Assam. *Annals of Biological Research*, 6(2), 10-14.
- Gurlek, M., Erguden, S., Yaglioglu, D., Turan, F., Demirhan, S., Gungor, M., Ozbalcilar, B. & Ozcan, T. (2010). Feeding habits of indo-pacific species *Nemipterus randalli* Russel, 1986 (Nemipteridae) in Iskenderun bay, Eastern

Mediterranean Sea. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, **39**, 539.

- Innal, D., Aksu, M., Akdoganbulut, D., Kisin, B., Unal, M.C., Oztop, M., Dogangil, B. & Pek, E. (2015).** Age and growth of *Nemipterus randalli* from Antalya Gulf-Turkey. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, **2**(4), 299-303.
- Kováč, V., Copp, G.H. & Francis, M.P. (1999).** Morphometry of the stone loach, *Barbatula barbatula*: do mensural characters reflect the species' life history thresholds? *Environmental Biology of Fishes*, **56**(1-2), 105-115. DOI: [10.1007/978-94-017-3678-7_8](https://doi.org/10.1007/978-94-017-3678-7_8)
- Özvarol, Y. (2014).** Length-weight relationships of 14 fish species from the Gulf of Antalya (northeastern Mediterranean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, **38**(3), 342-346. DOI: [10.3906/zoo-1308-44](https://doi.org/10.3906/zoo-1308-44)
- Qadri, S., Shah, T.H., Balkhi, M.H., Bhat, B.A., Bhat, F.A., Najjar, A.M., Oyas, A.A., Iram, F. & Alia, S. (2017).** Morphometrics and length-weight relationship of *Schizothorax curvifrons* Heckel 1838 in River Jhelum, Kashmir, India. *Indian Journal of Animal Research*, **51**(3), 453-458.
- Russell, B.C. (1990).** *Nemipterid Fishes of the World (threadfin breems. whiptail breems. monocle breems. dwarf monocle breems. and coral breems) Family Nemipteridae*. An Annotated and Illustrated Catalogue of Nemipterid Species Known to Date. FAO Fisheries Synopsis no. 125. 12. FAO, Rome
- Šantić, M., Rada, B., Paladin, A. & Čurić, A. (2011).** Biometric properties of the European hake, *Merluccius merluccius* (Osteichthyes: Merlucciidae), from the central Adriatic Sea. *Archives of Biological Sciences*, **63**(1), 259-267. DOI: [10.2298/ABS1101259S](https://doi.org/10.2298/ABS1101259S)
- Turan, C. (1999).** A note on the examination of morphometric differentiation among fish populations: the truss system. *Turkish Journal of Zoology*, **23**(3), 259-264.
- Uyan, U., Filiz, H., Tarkan, A.S., Çelik, M. & Top, N. (2019).** Age and growth of *Nemipterus randalli* in the southern Aegean Sea, Turkey. *Journal of The Black Sea/Mediterranean Environment*, **25**(2), 140-149.
- Uyan, U., Jawad, L.A., Filiz, H., Tarkan, A.S. & Çelik, M. (2019).** Fish length and otolith size of in *Nemipterus randalli* Russel, 1986 (Actinopterygii: Perciformes: Nemipteridae) collected from Gökova Bay, Turkey. *Thalassia Salentina*, **41**, 137-146. DOI: [10.1285/i15910725v41p137](https://doi.org/10.1285/i15910725v41p137)



Farklı Etki Mekanizmalı İsektisitlerin Tek Başına ve Karışım Halindeki Uygulamaların *Galleria mellonella* Larvalarında Hemosit Sayıları Üzerine Etkileri ^[*]

Benay TUNÇSOY^{1*} Pınar ÖZALP²

¹ Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Adana, Türkiye
² Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Adana, Türkiye

Geliş/Received: 30.10.2020

Kabul/Accepted: 23.12.2020

Atf yapmak için: Tunçsoy, B. & Özalp, P. (2020). Farklı etki mekanizmalı insektisitlerin tek başına ve karışım halindeki uygulamaların *Galleria mellonella* larvalarında hemosit sayıları üzerine etkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 777-780.

How to cite: Tunçsoy, B. & Özalp, P. (2020). The effects of the insecticides with different mode of action alone and in mixture on hemocyte counts of *Galleria mellonella* larvae. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 777-780.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4361-3475>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2977-6334>

*Sorumlu yazarın:

Benay TUNÇSOY
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji
Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Biyomühendislik Bölümü, Adana, Türkiye.
✉: s_benay@hotmail.com
Telefon : +90 (322) 455 00 00
Faks : +90 (322) 455 00 02

Öz: Böcek büyüme düzenleyicileri ve mikrobiyal insektisitler zararlılarla mücadelede tarımsal alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu nedenle, her iki insektisit türüne karşı zararlılarda direnç gelişimi meydana gelmektedir. Son yıllarda, direnç gelişimine karşı farklı etki mekanizmalı insektisitlerin karışım halinde uygulanması sıklıkla tercih edilen bir yöntem olarak kabul edilmektedir. İmmün sistem parametreleri, insektisitlerin zararlı böcek türleriyle mücadelede toksik etkilerinin belirlenmesinde biyobelirteç olarak kullanılmaktadır. Bu amaç kapsamında yapılan çalışmada juvenil hormon analogu pyriproxyfen ve mikrobiyal insektisit *B. thuringiensis*' in 50 ve 100 µg/mL derişimlerinin tek başına ve karışım halindeki (25+25 ve 50+50 µg/mL) uygulamalarının *Galleria mellonella* larvalarında total hemosit sayısı ve diferansiyel hemosit sayısı üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, pyriproxyfenin, *G. mellonella* larvalarında bağışıklık sistemini baskılayarak, *B. thuringiensis* biyopreparatının toksik etkisini arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Bacillus thuringiensis*, *Galleria mellonella*, immün sistem, pyriproxyfen.

The Effects of the Insecticides with Different Mode of Action alone and in Mixture on Hemocyte Counts of *Galleria mellonella* Larvae

*Corresponding author's:

Benay TUNÇSOY
Adana Alparslan Turkes Science and
Technology University,
Faculty of Engineering,
Department of Bioengineering, Adana,
Turkey.
✉: s_benay@hotmail.com
Telephone : +90 (322) 455 00 00
Fax : +90 (322) 455 00 02

Abstract: Insect growth regulators and microbial insecticides are frequently used in agricultural fields for pest management. Therefore, resistance development occurs in pests against both insecticide types. In recent years, the use of insecticides with different mode of action in mixture against resistance development has been accepted as a frequently preferred method. Immune system parameters are used as biomarkers to determine the toxic effects of insecticides in pest management. In this study, the effects of 50 and 100 µg/mL concentrations of the juvenile hormone analogue pyriproxyfen and the microbial insecticide *Bacillus thuringiensis* alone and in mixture (25+25 and 50+50 µg/mL) on total hemocyte count and differential hemocyte count in *Galleria mellonella* larvae were investigated. According to the findings, it was determined that pyriproxyfen increased the toxic effect of *B. thuringiensis* biopreparate by suppressing the immune system in *G. mellonella* larvae.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, *Galleria mellonella*, immune system, pyriproxyfen.

GİRİŞ

Arıcılık sektöründe önemli kayıplara neden olan Büyük Balmumu güvesi *Galleria mellonella*, bal peteklerine zarar veren bir türdür. Bu tür ile mücadelede, çeşitli kimyasal maddeler kullanılmakta ve kalıntı bırakma

problemlerinden dolayı, insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Biyolojik mücadele materyalleri içerisinde, son zamanlarda en çok kullanılanlardan biri böcek büyüme düzenleyicileridir. Juvenil hormon analogu olan

pyriproxyfen, piridin kökenli ve birçok Arthropoda türünde etkili olduğu bilinen bir insektisitir. Pyriproxyfen uygulanmasının, zararlı böcek türlerinde, böcekteki juvenil hormon seviyesinin düzensizleşmesiyle embriyogenezde ve metamorfozda etkili olmasının yanı sıra, yetişkin bireyin oluşumuna ve verimsizliğe de neden olduğu bilinmektedir (Zhou vd., 2020). Juvenil hormon analogları, zararlı türlere karşı nörotoksik etkiye sahip değildir, ancak bu insektisit türlerinin uygulanması böcekte, hormonal dengeyi bozarak deri değiştirmeyi geciktirmekte, ayrıca bağışıklık sistemini baskılayarak hemosit sayısında değişikliklere neden olmaktadır (Kwon & Kim, 2007). Zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanılan *Bacillus thuringiensis* ise bu gruplarla karışım halinde uygulandığında sinerjistik etki meydana getirmektedir. Lepidoptera zararlıları ile mücadelede kullanılan bazı biyopestisitlere (*B. thuringiensis*) karşı gelişen direnç nedeniyle bu durum farklı etki mekanizmalı insektisitlerin karışım halinde uygulanması fikrini ortaya çıkarmıştır.

Böcek hemolenfi genellikle renksiz, bazı pigmentlerden dolayı çok az yeşil veya sarı renkli bir sıvıdır. Böcek türüne göre vücut ağırlığının yaklaşık %5-40'ını hemolenf oluşturmaktadır. Omurgalılarda olduğu gibi böcek kanı da plazma ve hemositlerden oluşmaktadır. Hemositler, böceklerde farklı fizyolojik fonksiyonlarda görevlidirler. Besinleri farklı dokulara iletirler ve depo ederler. Ayrıca fagositoz, enkapsülasyon, koagülasyon, nodul oluşumunun yanı sıra besin materyallerinin ve hormonların iletimi, metabolitlerin ve biyolojik aktif materyallerin detoksifikasyonunda da rol alırlar (Patton, 1983). Memeli ile böcek immün sistemi arasındaki en önemli benzerliklerden biri patojenlerin toksinlerine karşı memelilerde olduğu gibi böceklerde de orta barsaktaki mikrovilluslerin yüzeyinde mikrobiyal toksinler için glukokonjugant reseptörler bulundurmasıdır. Ayrıca, konak hücreye yabancı madde girdiğinde hemositlerin fagosite etme özelliği göstermektedir. Memelilerde makrofajlar tarafından gerçekleşen bu olay, böceklerde granülosit ve plazmatositler aracılığıyla yapılmaktadır (Kavanagh & Reeves, 2004).

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada, *G. mellonella* dördüncü evre larvalarına besin yoluyla, *B. thuringiensis* ve pyriproxyfenin farklı derişimleri, tek başına ve karışım halinde son evre larvalarına uygulanarak total ve diferansiyel hemosit sayıları belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

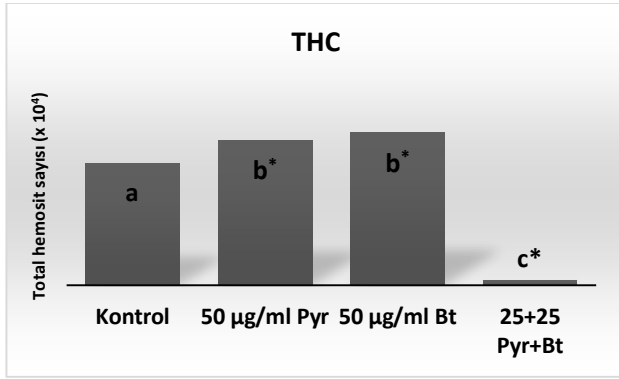
G. mellonella larvaları, 28±2 °C sıcaklık ve %70±5 bağıl neme sahip laboratuvar koşullarında Bronksil (1961) tarafından belirlenen bal, petek, kepek, saf su ve gliserinden oluşan yarı sentetik besin kültüründe yetiştirilmiştir. Çalışmada, juvenil hormon analogu olan

pyriproxyfen (Admiral % 10 EC, Sumitomo Chemical Co, Japan) ile insektisidal özelliğe sahip *B. thuringiensis* (Delfin WG) kullanılmıştır. İnsektisitlerin uygulamaları, tek başına 50 ve 100 µg/mL konsantrasyonlarında, karışım halindeki uygulamalarda ise ½ oranında 4 farklı şekilde kullanılmıştır. Kültür ortamından alınan dördüncü evredeki *G. mellonella* larvaları, pyriproxyfen ve *B. thuringiensis* ile muamele edilmiş bal petekleri ile beslenmiştir. Son evreye gelen larvalardan mikrokapiller tüp yardımıyla, hemolenf örnekleri alınarak, total hemosit sayısı (THS) ve diferansiyel hemosit sayısı (DHS) üzerine pyriproxyfen ve *B. thuringiensis*' in etkileri incelenmiştir. Sayılan hemositler, Jones (1962) metodu kullanılarak hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analiz: Deneylerden elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, SPSS 21.00 paket programı kullanılarak, Student-Newman Keul's (SNK) testinin uygulanmasıyla yapılmıştır.

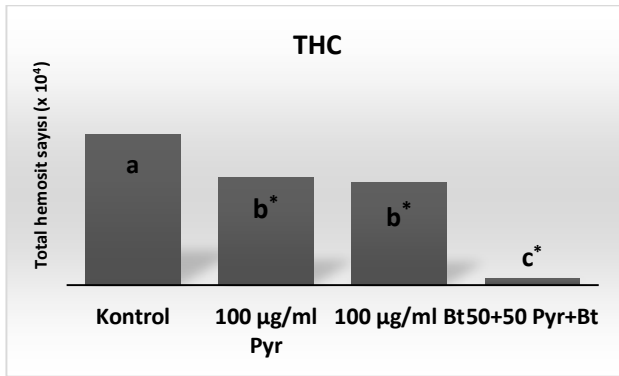
BULGULAR VE TARTIŞMA

Böceklerde bağışıklık sisteminde önemli görevleri olan hemositler böceğin gelişimi sırasındaki değişimler ile açlık, yaralanma, parazitizm, hastalıklar ve insektisitleri kapsayan kimyasallar ile mücadele ederler. Bunun sonucu olarak da stres faktörlerinde total hemosit sayılarının değişebildiği, ayrıca bu sayının sadece larval evreler arasında değil, böceğin gelişimi sırasında içinde bulunduğu evrelerde de farklılıklar gösterebildiği bilinmektedir. *G. mellonella* larvalarına pyriproxyfen ve *B. thuringiensis*' in 50 µg/mL derişiminin tek başına uygulandığı gruplarda THS' da artış meydana geldiği belirlenmiştir. Kontrol grubuna göre pyriproxyfenin tek başına (50 µg/mL) uygulandığı grupta THS' nda 1.19 kat, *B. thuringiensis*' in (50 µg/mL) tek başına uygulandığı grupta 1.25 kat artış meydana gelmiştir. İnsektisitlerin karışım halinde (25+25) uygulandığı grupta ise 23.7 kat azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Pyriproxyfen ve *B. thuringiensis*' in tek başlarına 100 µg/mL derişimlerinde uygulandıklarında gruplarda sırasıyla 1.4 ve 1.47 kat azalma meydana geldiği tespit edilmiş, karışım (50+50) halinde uygulanan grupta ise azalma oranı 21 kat olarak belirlenmiştir (Şekil 1-2, p<0.05). İnsektisitlerin karışım halindeki uygulamalarında ise, her iki derişimde pyriproxyfenin, *B. thuringiensis* biyopreparatı üzerinde sinerjistik etki göstererek hemosit sayısında azalma meydana getirdiği düşünülmektedir. *B. thuringiensis* biyopreparatlarının hemositler üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma bulunmamakla birlikte, juvenil hormon ve analoglarının THS' nda düşük konsantrasyonlarda azalma, yüksek konsantrasyonlarda ise artış meydana getirdiği bilinmektedir (Sendi & Salehi, 2010; Sezer & Özalp, 2015; Zibae & Malagoli, 2020).



Şekil 1. İnsektisitlerin tek başlarına 50 µg/mL ve karışımlar halinde 25+25 µg/mL derişiminde *G. mellonella* son evre larvalarında THS karşılaştırılması. SNK testine göre farklı harfle gösterilenler arasında istatistiksel ayırım bulunmuştur ($P<0.05$).

Figure 1. Comparison of THS in last instar larvae of *G. mellonella* at a concentration of insecticides 50 µg/mL alone and 25+25 µg/mL in mixture. There is a statistical difference between the data shown in different letters ($p<0.05$).

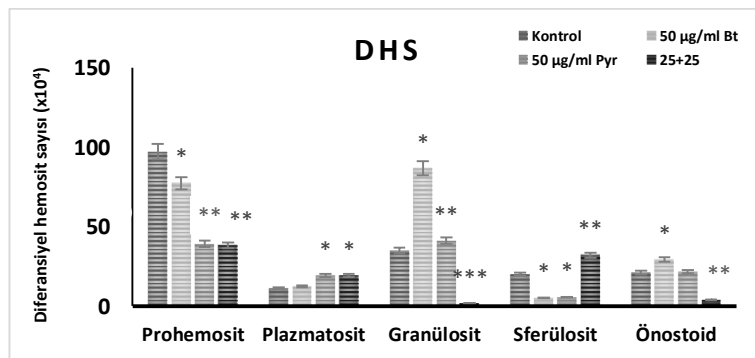


Şekil 2. İnsektisitlerin tek başlarına 100 µg/mL ve karışımlar halinde 50+50 µg/mL derişiminde *G. mellonella* son evre larvalarında THS karşılaştırılması. SNK testine göre farklı harfle gösterilenler arasında istatistiksel ayırım bulunmuştur ($P<0.05$).

Figure 2. Comparison of THS in last instar larvae of *G. mellonella* at a concentration of insecticides 100 µg/mL alone and 50+50 µg/mL in mixture. There is a statistical difference between the data shown in different letters ($p<0.05$).

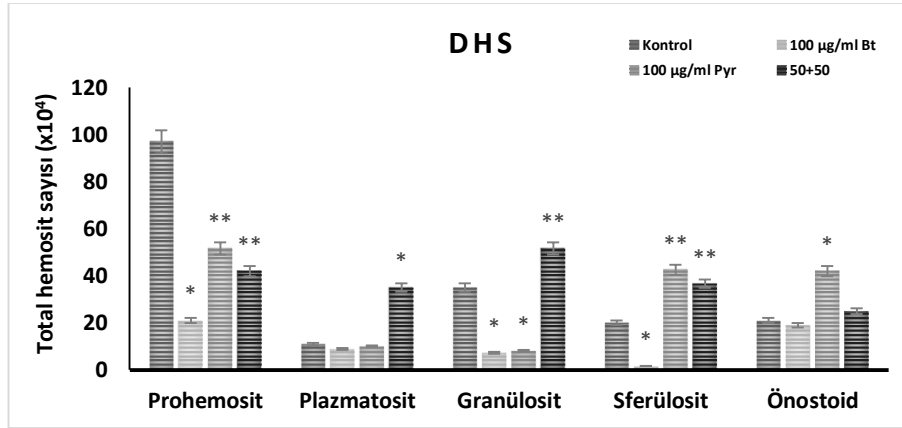
Böceklerde hemosit tiplerinin farklı görevleri bulunmaktadır. Prohemositler diğer hemositlerden

farklılaşan kök hücrelerdir. Plazmatositler yabancı maddelerin etrafında kapsül ve nodül oluşturur. Granülositlerin fagositoz özelliği vardır. Önositoidler fenoloksidazları sentezler ve hemolenfin melanize olmasına neden olur. Sferülositler ise melanizasyon, fagositoz, pıhtılaşma ve hücre adhezyonunun düzenlenmesi gibi birçok görevinin olabileceği ile ilgili yorum yapılsa da henüz netlik kazanmamıştır (Huang vd., 2016). Yapılan çalışmada, pyriproxyfen ve *B. thuringiensis*' in DHS üzerine etkileri incelenmiş, insektisitlerin 50 µg/mL derişimlerinin tek başına ve 25+25 µg/mL oranlarında karışım halinde uygulandıklarında prohemosit ve sferülosit sayılarında azalma, plazmatosit sayısında ise artış meydana geldiği belirlenmiştir. Granülosit sayısında, insektisitlerin tek başına uygulandığı gruplarda artış meydana gelirken karışım uygulaması yapılan grupta azalma meydana gelmiştir (Şekil 3; $p<0.05$). İnsektisitlerin 100 µg/mL derişimlerinin tek başına ve karışım (50+50) halindeki uygulamalarında prohemosit sayısında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Plazmatosit, granülosit ve sferülosit sayılarında ise, karışım uygulaması yapılan gruplarda kontrol grubuna oranla artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4; $p<0.05$). Pyriproxyfenin, *G. mellonella* larvalarında bağışıklık sistemini bastırarak, *B. thuringiensis* biyopreparatının toksik etkisini arttırdığı ve etki süresinin kısılmasına neden olduğu gözlenmiştir (Kwon & Kim, 2007). Pyriproxyfen ve *B. thuringiensis* uygulamasının hemosit sayıları üzerine etkilerinde, meydana gelen artış ve azalmaların hemolenfte toksisiteye bağlı olarak oluşan melanizasyon, enkapsülasyon ve fagositoz gibi savunma mekanizmalarının neden olduğu fikrini ortaya koymaktadır (Dornelas vd., 2019). Ayrıca, böceklerdeki endokrin hormonların da hemosit popülasyonlarını ve bu hücrelerin farklılaşmasını düzenlemesinin, juvenil hormon analogu pyriproxyfenin larvaların hemosit sayıları üzerinde etkili olmasının nedenini açıklamaktadır.



Şekil 3. İnsektisitlerin tek başlarına 50 µg/mL ve karışımlar halinde 25+25 µg/mL derişiminde *G. mellonella* son evre larvaları DHS. SNK testine göre farklı harfle gösterilenler arasında istatistiksel ayırım bulunmuştur ($P<0.05$).

Figure 3. Comparison of DHS in last instar larvae of *G. mellonella* at a concentration of insecticides 50 µg/mL alone and 25+25 µg/mL in mixture. There is a statistical difference between the data shown in different letters ($p<0.05$).



Şekil 4. İnsektisitlerin tek başlarına 100 µg/mL ve karışımlar halinde 50+50 µg/mL derişiminde *G. mellonella* son evre larvaları DHS. SNK testine göre farklı harfle gösterilenler arasında istatistiksel ayırım bulunmuştur (P<0.05).

Figure 4. Comparison of DHS in last instar larvae of *G. mellonella* at a concentration of insecticides 100 µg/mL alone and 50+50 µg/mL in mixture. There is a statistical difference between the data shown in different letters (p<0.05).

Sonuç olarak bu çalışmanın, *G. mellonella* ile mücadelede daha kısa sürede ve güvenilir sonuçların elde edilmesine, *B. thuringiensis* biyopreparatına karşı çıkabilecek olası direnç gelişimi ve çözüm yollarının belirlenmesi konusunda zirai mücadeleye ve moleküler düzeydeki çalışmalara yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Bronksil, J.K. (1961).** A cage to simplify the rearing of greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). *Journal of Lepidopterists' Society*, 15(2), 102-104.
- Jones, J.C. (1962).** Current concepts concerning insect hemocytes. *American Zoologist*, 2, 209-246.
- Kavanagh, K. & Reeves, E.P. (2004).** Exploiting the potential of insects for in vivo pathogenicity testing of microbial pathogens. *FEMS Microbiology Reviews*, 28, 101-112. DOI: [10.1016/j.femsre.2003.09.002](https://doi.org/10.1016/j.femsre.2003.09.002)
- Kwon, S. & Kim, Y. (2007).** Immunosuppressive action of pyriproxyfen, a juvenile hormone analog, enhances pathogenicity of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* against diamond-back moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Biological Control*, 42, 72-76. DOI: [10.1016/j.biocontrol.2007.03.006](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.03.006)
- Patton, R.L. (1983).** *Introductory Insect Physiology*. W. B. Saunders Co. Philadelphia, 245s.
- Schunemann, R., Pinto, L.M.N. & Zanettini, M.H.B. (2012).** Two new Brazilian isolates of *Bacillus thuringiensis* toxic to *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). *Brazilian Journal of Biology*, 72(2), 363-369. DOI: [10.1590/S1519-69842012000200018](https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000200018)
- Sendi, J.J. & Salehi, R. (2010).** The effect of methoprene on total hemocyte counts and histopathology of hemocytes in *Papilio demoleus* L. (Lepidoptera). *Munis Entomology & Zoology*, 5(1), 240-246.
- Sezer, B. & Ozalp, P. (2015).** Effects of pyriproxyfen on hemocyte count and morphology of *Galleria mellonella*. *Fresenius Environmental Bulletin*. 24(2a), 621-625.
- Silvestre Pereira Dornelas, A., A Sarmiento, R., C Rezende Silva, L., de Souza Saraiva, A., J de Souza, D., D Bordalo, M., MVM Soares, A. & LT Pestana, J. (2020).** Toxicity of microbial insecticides toward the non-target freshwater insect *Chironomus xanthus*. *Pest Management Science*, 76, 1164-1172. DOI: [10.1002/ps.5629](https://doi.org/10.1002/ps.5629)
- Zibae, A. & Malagoli, D. (2020).** The potential immune alterations in insect pests and pollinators after insecticide exposure in agroecosystem. *Invertebrate Survival Journal*, [S.l.], 17(1), 99-107.
- Zhou, Y., Qin, De-Q., Zhang, Pei-W., Liu, Ben-J., Chen, Xiao-T. & Zhang, Zhi-X. (2020).** The comparative metabolic response of *Bactrocera dorsalis* larvae to azadirachtin, pyriproxyfen and tebufenozide. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 189, 110020. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2019.110020](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.110020)