



Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences

(Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi)

E-ISSN 2548-0006

JAES

AÇEH

30.09.2022

Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi

*Journal of Anatolian
Environmental and Animal Sciences*

Cilt/Volume 7 • Sayı/Number 3 • 2022



Sahibi

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

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Baş Editör / Editor-in Chief

Prof. Dr. Bülent VEREP

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

Baş Editör Yardımcıları / Co-Editor in Chief

Prof. Dr. Fikri BALTA

Prof. Dr. Turan YÜKSEK

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

Editör Yardımcıları / Co-Editors

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

Editörler Kurulu / Editorial Boards

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

Bölüm Editörleri / Section Editors

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

Yayın Tarihi: 30.09.2022

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

İnternet Adreslerimiz / Web Addresses

http://dergipark.gov.tr/jaes



İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

İçindekiler Contents	Makale Article	Sayfa No Page No
		241-243
Unusual Winter Activity of Some Amphibian and Reptile Species Living in Bozcaada (Çanakkale, Türkiye) Bozcaada'da (Çanakkale, Türkiye) Yaşayan Bazı Amfibi ve Sürtingen Türlerinin Olağandışı Kış Aktivitesi Ceren Nur ÖZGÜL, Didem KURTUL, Çiğdem GÜL & Murat TOSUNOĞLU	Research Araştırma	244-250
Antibacterial Activity and In vitro Probiotic Properties of <i>Lactococcus lactis</i> Isolated from Sea Bass (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Levrekten (<i>Dicentrarchus labrax</i>) İzole Edilen <i>Lactococcus lactis</i> 'in Antibakteriyel Aktivitesi ve In vitro Probiyotik Özellikleri Ercan UZUN YAYLACI	Research Araştırma	251-256
Morin (2',3,4',5,7-Pentahydroxyflavon) Antioxidant Effect in Streptozotocin-Induced Diabetic Rat Brain and Heart Tissues Morin (2',3,4',5,7-Pentahidroksiflavon) Streptozotosin ile İndüklenen Diyabetik Sıçan Beyin ve Kalp Dokularında Antioksidan Etkisi Ahmet BEYATLI, Emine Gülçeri GÜLEÇ PEKER Nursel GÜL & Şule COŞKUN CEVHER	Research Araştırma	257-262
Kurşunun <i>Musca domestica</i> 'nın (Diptera: Muscidae) Büyüme ve Gelişimi Üzerindeki Etkileri Effects of Lead on the Growth and Development of <i>Musca domestica</i> (Diptera: Muscidae) Meltem KÖKDENER	Araştırma Research	263-268
Zebra Midye (<i>Dreissena polymorpha</i>)'de Malathionun Akut Toksisitesi (LC50)'nin Belirlenmesi Determination of Acute Toxicity (LC ₅₀) of Malathion in Zebra Mussel (<i>Dreissena polymorpha</i>) Neşe AKÇANAL ÖDÜN & Osman SERDAR	Araştırma Research	269-273
Contribution to the Knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) Fauna of Iğdır Province the East of Türkiye Türkiye'nin Doğusunda Yer Alan Iğdır İlinden Ichneumonidae (Hymenoptera) Türlerine Katkıları Yeşim BULAK KORKMAZ & Saliha ÇORUH	Research Araştırma	274-280
Management of Fishing Ports on the Financial Performance of the Türkiye Fishery Sector; A Case of Fishing Ports in Hatay Province Balıkçı Barınakları Yönetiminin Türkiye Balıkçılık Sektörü Finansal Performansına Etkileri; Hatay İli Balıkçı Barınakları Örneği Özkan AKAR, Aydın DEMİRCİ, Emrah ŞİMŞEK, Yavuz MAZLUM & Sevil DEMİRCİ	Research Araştırma	281-288
Nutritional Value of Fish Soup From Cultured Rainbow Trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> , Walbaum, 1792) Gökkuşağı Alabalığından (<i>Oncorhynchus mykiss</i> , Walbaum, 1792) Hazırlanan Balık Çorbasının Besin Değeri Bekir TUFAN, Matevž POMPE, Marjan VEBER, Drago KOČAR & Sevim KÖSE	Araştırma Research	289-296
The effects of Dietary GroBiotic®-A on growth performance and survival rate of green tiger shrimp <i>Penaeus semisulcatus</i> (de Haan, 1844) juveniles GroBiotic®-A'nın <i>Penaeus semisulcatus</i> (de Haan, 1844) yavrularının büyüme performansı ve hayatta kalma oranı üzerindeki etkileri Metin YAZICI, Mevlüt AKTAŞ, Yavuz MAZLUM & Berna ÖZBEK	Research Araştırma	297-303
An Innovative Approach in The Field of Health: Nanoparticles/Nanomedicine Sağlık Alanında Yenilikçi Bir Yaklaşım: Nanopartiküller/Nanotıp Volkan Enes ERGÜDEN & Alper ÇİFTÇİ	Review Derleme	304-313
Farklı Besleme Materyallerinde <i>Eisenia fetida</i> Populasyon Değişimi ve Elde Edilen Solucan Gübresinin <i>Daphne odora</i> Thunb. 'Aureomarginata' Bitkisinde Bazı Büyüme Parametrelerine Etkisinin Tespit Edilmesi Determination of The Effect of Worm Fertilizer Obtained from Red California Worm Fed with A Mixture of Municipal Waste and Clay Soil on The Growth of <i>Daphne odora</i> Thunb. 'Aureomarginata'. Turan YÜKSEK & Bahriye ÇEMBERCİ	Research Araştırma	314-322
Ekolojik Taşıma Kapasitesi : Fosfora Dayalı Yükleme Modeli Kullanılarak Kılıçkaya Baraj Gölü için Taşıma Kapasitesi Tahmini Ecological Carrying Capacity: Carrying Capacity Estimation for Kılıçkaya Reservoir Using Phosphorus Based Loading Model Ekrem BUHAN & Melek YÜZER	Araştırma Research	323-330
İlköğretim Öğrencilerinin Çevre Bilinci ve Farkındalığı Üzerine Çalışmalar Studies on Environmental Awareness and Awareness of Primary School Students Hatice VEREP & Gülcay VURAL	Derleme Review	331-335
Description of a new species <i>Squalius</i> from Lake Hazar and Upper Tigris River drainages in Anatolia (Teleostei: Leuciscidae) Hazar Gölü ve Dicle Nehri Yukarı Havzasında Yeni Bir <i>Squalis</i> Türünün Tanımlanması (Teleostei: Leuciscidae) Davut TURAN	Research Araştırma	336-340
Klasik Zaman Serisi Yöntemleri İle Konteyner Elleçleme Tahmini Container Handling Forecasting With Classical Time Series Analysis Banu AKKAN & Vahit ÇALIŞIR	Araştırma Research	341-349
Sinop Kıyıların Yeşil Alglerinden <i>Ulva intestinalis</i> (Linnaeus, 1753)'in Biyokimyasal İçeriğindeki Mevsimsel Değişiklikler Seasonal Changes in Biochemical Content of Green Algae <i>Ulva intestinalis</i> (Linnaeus, 1753) From Sinop Coasts Ali KARAÇUHA & Gökhan YILDIZ & Melek ERSOY KARAÇUHA	Araştırma Research	350-357
Seasonal Proximate Composition, Amino Acid and Trace Metal Contents of the Great Mediterranean Scallop (<i>Pecten jacobaeus</i>) Collected from the Gulf of Antalya Antalya Körfezi'nden Toplanan Akdeniz Deniz Tarağı (<i>Pecten jacobaeus</i>)'nın Mevsimsel Ham Besin Bileşimi, Amino Asit ve İz Metal İçerikleri Erdiç VESKE, Ekrem Cem ÇANKIRILIGİL & Hıran YAVUZCAN YILDIZ	Research Araştırma	358-366
The Effect of Season and Feed Withdrawal Duration on Meat Quality Characteristics of Broiler Chicken in Commercial Slaughter Conditions Ticari Kesim Koşullarında Etlik Piliçlerde Mevsim ve Açlık Süresinin Et Kalite Özelliklerine Etkisi Bahri ÇOLAK & Bülent TEKE	Research Araştırma	367-373
Dağ Akarsu Morfolojilerinde Doğal Havalandırma Süreci: Harmankaya Akarsuyu, Saha Çalışması Self-Aeration Process in Mountain Stream Morphologies: Harmankaya Stream, Field Study Serhat KÜÇÜKALİ	Araştırma Research	374-379
Length-Weight and Length-Length Relationships of the Main Commercial Fish Species in Izmir Bay (Aegean Sea Coast of Turkey) / 2020-2021 Fishing Season İzmir Körfezi'nde (Türkiye'nin Ege Denizi Kıyısı) Başlıca Ticari Balık Türlerinin Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri / 2020-2021 Av Sezonu Bahar BAYHAN & Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU	Research Araştırma	380-384



Unusual Winter Activity of Some Amphibian and Reptile Species Living in Bozcaada (Çanakkale, Türkiye)

Ceren Nur ÖZGÜL*¹ Didem KURTUL¹ Çiğdem GÜL² Murat TOSUNOĞLU²

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Biology, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Science and Art, Department of Biology, Çanakkale, Türkiye

Geliş/Received: 30.05.2022

Kabul/Accepted: 21.07.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Özgül, C.N., Kurtul, D., Gül, Ç. & Tosunoğlu, M. (2022). Unusual Winter Activity of Some Amphibian and Reptile Species Living in Bozcaada (Çanakkale, Türkiye). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 244-250.

Atıf yapmak için: Özgül, C.N., Kurtul, D., Gül, Ç. & Tosunoğlu, M. (2022). Bozcaada'da (Çanakkale, Türkiye) Yaşayan Bazı Amfibi ve Sürüngen Türlerinin Olağandışı Kış Aktivitesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 244-250.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-1597-4321>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-0778-5966>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-4736-2677>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-9764-2477>

***Corresponding author:**

Ceren Nur ÖZGÜL

Çanakkale Onsekiz Mart University, School of Graduate Studies, Department of Biology, Çanakkale, Turkey.

✉: cerennurozgul@gmail.com

Abstract: Amphibian and reptile species, which are ectothermic animals, spend the winter months underground depending on the seasonal change in temperate regions. The availability of nutrients is also an important reason for the hibernation of these animal species. Ectothermic animals need higher air temperature and body temperature after hibernation to be able to perform their vital activities such as reproduction, feeding, escaping from predators. With the global climate change that is taking place, unusual winter activities can be observed in amphibian and reptile species. In addition, global warming has a significant impact on amphibians and reptiles, which leads to the fact that the species leaves hibernation earlier. As part of the research, field works were carried out in Bozcaada, Çanakkale on 19 and 20 February 2022. During the field studies, sampling was carried out for the detection of amphibian and reptile species, air temperature, coordinates of the observed individuals, habitat characteristics in which they lived, and sex characteristics were recorded. The captured specimens were subsequently released. In this study, *Lissotriton schmidtleri*, *Mauremys rivulata*, *Testudo graeca*, *Hemidactylus turcicus*, *Mediodactylus kotschyi*, *Ophisops elegans* and *Ablepharus kitaibelii* species in February and data on unusual winter activities were reported. Among the species, winter activity was found for the first time in relation to *Ablepharus kitaibelii*. Determining the unusual winter activity of ectothermic animals will contribute to the literature on the biology of species and the effects of climate change.

Keywords: Amphibia, bozcaada, climate, hibernation, reptilia, winter activity.

Bozcaada'da (Çanakkale, Türkiye) Yaşayan Bazı Amfibi ve Sürüngen Türlerinin Olağandışı Kış Aktivitesi

Öz: Ektotermik canlılar olan amfibi ve sürüngen türleri, ılıman bölgelerdeki mevsimsel değişime bağlı olarak kış aylarını yer altında geçirirler. Besin bulunabilirliği de bu hayvan türlerinin kış uykusuna yatması için önemli bir gerektirir. Ektotermik hayvanlar hibernasyondan sonra üreme, beslenme, avcılardan kaçma gibi yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için yüksek hava sıcaklığına ve vücut sıcaklığına ihtiyaç duyarlar. Yaşanmakta olan küresel iklim değişikliği ile birlikte amfibi ve sürüngen türlerinde olağandışı kış aktiviteleri gözlemlenebilmektedir. Bunun yanında küresel ısınma amfibiler ve sürüngenler üzerine oldukça etkilidir ve bu durum türlerin hibernasyondan daha erken çıkmasına neden olur. Araştırma kapsamında 19 ve 20 Şubat 2022 tarihlerinde Bozcaada, Çanakkale'de arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında amfibi ve sürüngen türlerinin tespiti için örnekleme yapılmış, hava sıcaklığı, gözlemlenen bireylerin koordinatları, yaşadıkları habitat özellikleri ve cinsiyet özellikleri kaydedilmiştir. Yakalanan örnekler daha sonra serbest bırakılmıştır. Bu çalışmada *Lissotriton schmidtleri*, *Mauremys rivulata*, *Testudo graeca*, *Hemidactylus turcicus*, *Mediodactylus kotschyi*, *Ophisops elegans* ve *Ablepharus kitaibelii* türleri Şubat ayında tespit edilmiş olup, olağandışı kış aktivitelerine ilişkin veriler rapor edilmiştir. Türler arasında *Ablepharus kitaibelii* ile ilgili ilk kez kış aktivitesine rastlanmıştır. Ektoterm canlıların olağandışı kış aktivitesini belirlemek, türlerin biyolojisi ve iklim değişikliğinin etkileri hakkında literature katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Amfibi, bozcaada, hibernasyon, iklim, kış aktivitesi, reptil.

***Sorumlu yazar:**

Ceren Nur ÖZGÜL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

✉: cerennurozgul@gmail.com

INTRODUCTION

Global warming and climate change have a significant impact on animal species, especially amphibians and reptiles (Corn, 2005; Hawkes et al., 2009; Bickford et al., 2010; Blaustein et al., 2010; Huey et al., 2012; Li et al., 2013; Le Galliard et al., 2012; Escobedo-Galvan, 2013; Jablonski, 2013; Kurnaz et al., 2016). Many of these effects have negative consequences for amphibian and reptile populations (Winter et al., 2016). Primarily, climatic changes affect the spring and winter activities of amphibians and reptiles (Zug et al., 2001). Poikilothermic animals, such as amphibians and reptiles, live depending on the thermal dynamics taking place in their micro and macro habitats (Vitt & Caldwell, 2013; Şahin, 2021).

Seasonal periods of low temperatures lead to the fact that these animals hibernate in the winters (Ultsch, 1989; Özkan & Bülbül, 2021). The beginning of next spring activity of hibernating species depends on climatic changes, as well as the photoperiod of the day, the gradual rise in temperature, changes in barometric pressure and the altitude of the habitat (Gregory, 1982; Vitt & Caldwell, 2009). Therefore, it is extremely rare to observe the winter activity of amphibians and reptiles which are usually hibernating, but it can happen under the influence of extraordinary environmental characteristics of the habitat, such as the phenomenon of thermal habitat (Covaciu-Marcov et al., 2010; Sas et al., 2012). Hibernation in amphibians and reptiles occurs as a behavioral response to seasonal change and is directly influenced by climate change (Gregory, 1982; Adolph & Porter, 1993).

The Turkish Smooth Newt, *Lissotriton schmidtleri* (Raxworthy, 1988), lives in shallow backwaters that see the sun in the spring, or in waters such as a slowly flowing pools, ditches, and lakesides (Baran et al., 2021). *L. schmidtleri* usually hibernates on land between November and March (Kowalewski, 1974; Juszczak, 1987; Baruš & Oliva, 1992; Kaczmarek et al., 2018).

The Balkan Terrapin, *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) is found in habitats consisting of constant and slow-flowing waters such as swamps, lakes, ponds, dams, rivers, estuaries, and irrigation canals (Sidis & Gasith, 1985). They spend the hibernation period between the months of November and February under the mud at the bottom of the water (Ayaz & Çiçek, 2011; Bilgin, 2018).

Mediterranean Spur-Thighed Tortoise, *Testudo graeca* (Linnaeus, 1758) usually lives in damp, sandy and stony terrains. This tortoise species lives in forests, glades, roadsides, and watersides. *T. graeca* awakens from hibernation in March-April. Generally, the hibernation period begins in November (Başoğlu & Baran, 1977).

Mediterranean House Gecko, *Hemidactylus turcicus* (Linnaeus, 1758) lives in houses, on the outer walls of houses, ruins, forest edges, under stones and rock crevices and is a nocturnal species (Baran et al., 2021). The hibernation period of this species lasts from early December to mid-March (Wessels et al., 2018).

Kotsakiozi et al., (2018) studied the phylogenetic relationships of 174 specimens from 129 sampling sites that covering a significant part of the distribution of *Mediodactylus* species. It was established that the *M. kotschy* lives in the mainland of Balkans, most of the Aegean islands and Italy. However, the species belonging to the *Mediodactylus* genus in our study area was uncertain according to Kotsakiozi et al., (2018). In recent studies (Gidiş & Başkale, 2020; Yıldız, 2020; IUCN, 2022), the species that is distributed in Turkey was identified as *M. kotschy*, so this species was evaluated as *M. kotschy* in our study. Kotschy's Gecko, *Mediodactylus kotschy* (Steindachner, 1870) is a species that can be seen at night on house walls and lives in stony areas with few plants. And it was reported that the hibernation period of *M. kotschy* lasts from the beginning of November to the middle of March (Stojanov et al., 2011).

Snake Eyed Lizard, *Ophisops elegans* (Ménétries, 1832), lives on stony and sandy ground in open areas with few plants. It was reported that *O. elegans* is in the hibernation period from November to mid-March (Arakelyan et al., 2011).

Snake-Eyed Skink, *Ablepharus kitaibelii* (Bibron & Bory de Saint-Vincent, 1833) lives in woodlands that has short plants, areas with maquis and sparse trees. Helmer et al., (1989) were determined that the hibernation period of *A. kitaibelii* was complete at late April-early May. Baran et al., (2021) were stated that this species is active in autumn and spring periods.

In this study, data on unusual winter activities of *L. schmidtleri*, *M. rivulata*, *T. graeca*, *H. turcicus*, *M. kotschy*, *O. elegans* and *A. kitaibelii* species observed in February in Bozcaada are presented.

MATERIAL AND METHOD

Bozcaada is located in the northeast of the Aegean Sea, in the southwest of the Çanakkale (Figure 1). The city is located between 39° 47' 30"- 39° 50' 90" northern latitudes and 25° 57' 80"- 26° 05' 00" east longitudes about 6 kilometers away from the Aegean exit of the Dardanelles Strait. Bozcaada is the third largest island of Turkey with 36.03 km² surface area, after Gökçeada and Marmara Islands (Atalay, 1982; Hocaoglu, 1988). The highest points of Bozcaada are Göztepe (194 m) and Yenikale (115 m).

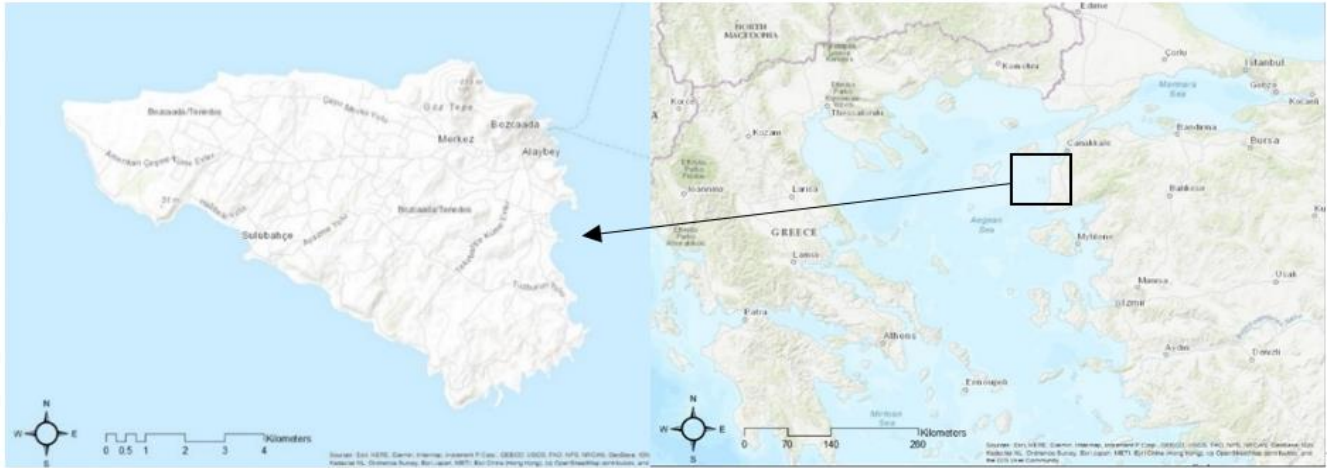


Figure 1. Study area.

The necessary permission was obtained from Ethics Committee of Animal Experiments of Çanakkale Onsekiz Mart University (Decision Number: 2021/01-04) for the studies carried out. All species were observed in the field study carried out on 19-20 February 2022, between 11:00 and 16:00, in Bozcaada, Çanakkale. The air temperature in the region was measured with digital thermometer as 12°C during the observations. The coordinates of the samples were recorded using GPS (Global Positioning System) device and photographs were taken with digital camera. The species were released back to their habitats after being captured by hand to determine their sex.

RESULTS

Two male *L. schmidleri* individuals (Figure 2) were observed on 19 February 2022 at noon at a puddle that located on the roadside of Çayır location in the north of the island, at 2 m above sea level (39°50'10.62"N, 26°2'17.75"E). The parameters of water that the species found were measured; water temperature was 14.9°C, pH was 6.46, and dissolved oxygen was 9.19 mg/L.



Figure 2. Observed *L. schmidleri* species (A) and their habitat (B)

A juvenile *M. rivulata* individual (Figure 3) was observed in the Azmak River, the only water source of Bozcaada, at noon on 20 February 2022 (39°50'27.74"N, 26°2'13.22"E, 0 m a.s.l.). The parameters of water that the species found were measured; water temperature was 14.1°C, pH was 7.30, and dissolved oxygen was 8.38 mg/L.

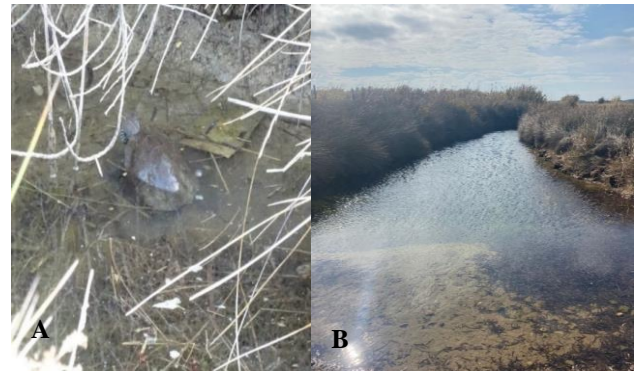


Figure 3. *M. rivulata* (A) and habitat (B).

Göztepe (194 m), where the species *T. graeca* has been identified, is the highest region of the island. This region has a stony-hilly type of habitat. A male *T. graeca* individual (Figure 4) was observed on 20 February 2022 before noon at 140 m a.s.l. (39°50'19.88"N, 26°3'6.30"E). The species was observed and photographed while sunbathing.



Figure 4. *T. graeca* (A) and habitat (B).

A female *H. turcicus* individual (Figure 5) was observed on 19 February 2022 at noon on a rock, at 81 m a.s.l. (39°50'11.03"N, 26°3'7.81"E).



Figure 5. *H. turcicus* (A) and the habitat in which it is observed (B).

A male *M. kotschy* individual (Figure 6) was observed and photographed on 19 February 2022 between at noon under a rock, at 81 m a.s.l. (39°50'11.03"N, 26°3'7.81"E).



Figure 6. *M. kotschy* (A) and habitat (B).

Sixteen *O. elegans* individuals (7 male, 9 female) were observed on 19-20 February 2022, between 11:00 and 16:00 and different altitudes in various habitats (39°49'48.35"K, 26°0'12.86"D, 53 m a.s.l.; 39°50'20.94"K, 26°3'8.98"D, 135 m a.s.l.; 39°50'10.62"K, 26° 2'17.75"D, 10m a.s.l.; 39°50'31.92"K, 26°1'57.00"D, 3m a.s.l.) of Bozcaada. This species was mostly seen among scrubs or on stones and rocks (Figure 7).



Figure 7. *O. elegans* (A) and their habitat (B).

Two *A. kitaibelii* individuals (1 male, 1 female) were observed on 20 February 2022 in the afternoon on a rock at 120 m a.s.l. (39°50'18.94"N, 26°3'7.45"E) (Figure 8).



Figure 8. *A. kitaibelii* (A) and habitat (B).

DISCUSSION AND CONCLUSION

Hibernation is a physiological condition that is carried out due to seasonal changes and disruption of many ecological activities in the environment in poikilothermic animals. Poikilothermic animals tend to protect themselves over the period until they find their reduced vital needs again in their microhabitats with hibernation. The seasonal activities of these animals are directly affected by climate changes (Zug et al., 2001, Bülbül et al., 2019). For this reason, when the temperature in their microhabitat increases, poikilothermic animals tend to wake up from hibernation independently from other ecological needs (nutrients, predators etc.) and they can return to their vital activities (Kurnaz & Şahin, 2021).

Since amphibians are poikilothermic animals, their body temperature is directly influenced by the environment (Moss, 2010). Especially in aquatic salamander species, the temperature of the water they live in directly affects their vital activities such as reproduction, food search and escaping from their predators (Bülbül & Koç, 2020). However, due to the inability to find enough nutrients in their micro-habitats, this species cannot be able to perform many other vital activities and as a result they will face the danger of death (Kurnaz & Şahin, 2021). The findings obtained from this study also indicate this risk for the *L. schmidtleri*. Although the water temperature is sufficient for this species to emerge from hibernation, it is thought that the lack of sufficient nutrients in February will negatively affect the species. Additionally, Kaczmarek et al., (2018) were observed the winter activity of *Lissotriton vulgaris* in the December and January months between 2014 and 2018 in their study. On 19 December 2014, they observed 6 *L. vulgaris* individuals and were reported that the air temperature was 11°C during the observation. On 29 January 2018, 5 individuals were observed, and it was indicated that the air temperature was 9°C. Kurnaz & Şahin (2021) were observed the *Triturus ivanbureschi* in their study conducted on 11 January 2021 in Şahinli, Çanakkale. During their observation, the air temperature was measured as 21°C and the substrate temperature as 19°C. In our study, the air temperature was measured as 12°C, and the water

temperature was measured as 14.9°C at the moment that we observed the *L. schmidtleri*.

Since turtles and tortoises can spend more than half of their lives in hibernation (Ultsch, 2006), it is important for successful conservation actions to have information about the activity and habitat of turtles during the winter months (Newton & Herman, 2009). According to Gül et al., (2014)'s study conducted in Bozcaada, *M. rivulata* was observed in March and air temperature was 26°C during the observation. However, in our study, aquatic *M. rivulata* and terrestrial *T. graeca* species was observed on 20 February 2022 and the air temperature was measured as 12°C. It was known that March-April months was the beginning of spring activity for both species. Rising of the air temperature in winter due to global climate change is important for showing that species which should be active in spring can also be active in winter months.

The cold environment is an influential factor on the hibernation of lizards. Certain vital activities of lizards (e.g., mobility, food availability and escaping behavior) depends mainly on air temperature, and low temperatures have a negative impact on these activities (Adolph & Porter, 1993). Gradual changes in air temperature can be the reason of emerging early from the hibernation in some lizard species (Kurnaz et al., 2016). Researchers from different parts of the world have reported winter activity for different lizard species: *Darevskia rudis* (Koç et al., 2018), *Lacerta media* (Bülbül et al., 2019), *Lacerta viridis* (Vongrej et al., 2008), *Hemidactylus turcicus* (Stone et al., 2021), *Mediodactylus kotschy* (Mollov et al., 2015), *Ophisops elegans* (Franzen, 1986), *Podarcis erhardi* (Buresh & Tsonkov, 1933; Beshkov, 1977), *Podarcis muralis* (Rugiero, 1995; Beshkov & Nanev, 2002; Westerstrom, 2005; Tzankov et al., 2014), *Sceloporus jarrovi* (Tinkle & Hadley, 1973) and *Zootoca vivipara* (Grenot et al., 2000). In our study, in addition to these species studied before, we were detected unusual winter activity in *A. kitaibelii* species that has not found in previous studies. In their study, Stone et al., (2021) were stated that the *H. turcicus* species was active at different temperatures (18.89°C, 13.89°C, 8.89°C, 15.56°C) during January and February months between 2012 and 2017 on outside walls of the science building at the University of Central Oklahoma, Edmond, USA. Mollov et al., (2015) were reported that *M. k. rumelicus* was active on 18 January 2017 and *M. k. danilewskii* was active on 23 January 2015 in urban areas in Bulgaria. And they were explained this unusual gecko activity by the finding that cities and urban areas are 1-2°C higher than the surroundings of the cities. According to Shterback & Golubev, (1986), the minimum temperature that geckos were observed was 12°C. At the same time, small sizes of lizards play an advantageous role that helps with thermal

regulation and promotes activity at low environmental temperatures compared to larger species (Porter et al. 1973). Therefore, differences in the levels of winter activity can occur depending on the size of each species and the thermoregulation behavior (Grant, 1990). The small size of all of the lizard species that we observed (*H. turcicus*, *M. kotschy*, *O. elegans*, *A. kitaibelii*) may be one of the reasons why their seasonal activity begins in the early winter months by rising in the body temperatures.

In recent years because of global warming, it has been observed that amphibians and reptiles are active in the winter (Kaczmarek, 2018; Altunışık, 2019; Bülbül et al., 2019; Bülbül & Koç, 2020; Altunışık & Kara, 2021; Özkan & Bülbül, 2021; Kurnaz & Şahin, 2021). The identification of these unusual winter activities not only contributes to the biological knowledge of the species, but also provides important preliminary information for analyzing climate change models.

In conclusion, increasing temperatures due to global climate change have also affected amphibian and reptile species (*L. schmidtleri*, *M. rivulata*, *T. graeca*, *H. turcicus*, *M. kotschy*, *O. elegans* and *A. kitaibelii*) living in Bozcaada, Çanakkale, causing them to wake up from hibernation earlier than normal spring activities.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financially supported by the Scientific Research Project Coordination Unit of Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye (FYL-2021-3717).

REFERENCES

- Adolph, S.C. & Porter, W.P. (1993).** Temperature, activity, and lizard life histories. *The American Naturalist*, **142**, 273-295.
- Altunışık, A. & Kara, Y. (2021).** Unusual winter activity of *Bufo bufo* (Anura: Bufonidae). *Turkish Journal of Biodiversity*, **4**(1).
- Altunışık, A. (2019).** A case study on earlier activation of the variable toad, *Bufo variabilis* (Pallas, 1769). *Biological Diversity and Conservation*, **12**(2), 38-40.
- Arakelyan, M.S., Danielyan, F.D., Corti, C., Sindaco, R. & Leviton, A.E. (2011).** Herpetofauna of Armenia and Nagorno-Karabakh, Salt Lake City: *Society for the Study of Amphibians and Reptiles*.
- Atalay, İ. (1982).** Türkiye jeomorfolojisine giriş. *Ege Üniversitesi Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları*.
- Ayaz, D. & Çiçek, K. (2011).** Aestivation observed in *Testudo graeca ibera* Pallas, 1814 in southern Anatolia (Turkey). *Herpetozoa*, **23**(3/4), 84.

- Baran, İ., Avcı, A., Kumlutaş, Y., Olgun, K. & Ilgaz, Ç. (2021).** *Türkiye amfibi ve sürüngenleri*. Ankara: Palme Publishing, 230 pp.
- Baruš, V. & Oliva, O. (1992).** Obojživelníci – Amphibia. Fauna ČSFR 25. *Academia, Praha*. 340 pp.
- Başoğlu, M. & Baran, Ü. (1977).** *Türkiye sürüngenleri kısım i kaplumbağa ve kertenkeleler*. Ege Univ. Fen Fak. Kitaplar Ser. No: 76, Bornova-İzmir, 1-272 s.
- Beshkov, V. (1977).** Zimmite kvartiri na zaemnovodnite i vlechugite (The winter lodgings of the amphibians and the reptiles). *Priroda i znanie*, **28**, 9-11.
- Beshkov, V. & Nanev, K. (2002).** Zemnovodni i vlechugi v Bulgaria (Amphibians and Reptiles in Bulgaria). *Sofia-Moscow. Pensoft*.
- Bickford, D., Howard, S.D., Ng, D.J. & Sheridan, J.A. (2010).** Impacts of climate change on the amphibians and reptiles of Southeast Asia. *Biodiversity and conservation*, **19**(4), 1043-1062.
- Bilgin, H. (2018).** Çanakkale’de dağılışı gösteren *Mauremys rivulata* (Testudinata: Geoemydidae) populasyonlarında büyüklüğe bağlı hematolojik parametrelerin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye*.
- Blaustein, A.R., Walls, S.C., Bancroft, B.A., Lawler, J.J., Searle, C.L. & Gervasi, S.S. (2010).** Direct and indirect effects of climate change on amphibian populations. *Diversity*, **2**(2), 281-313.
- Bülbül, U. & Koç-Gür, H. (2020).** The unusual winter activity and negative effects of pollution on breeding of *Ommatotriton ophryticus* (Berthold, 1846) in Turkey. *Sinop University Journal of Natural Science*, **5**(1), 77-83.
- Bülbül, U., Koç, H., Orhan, Y., Odabaş, Y. & Kutrup, B. (2019).** Early waking from hibernation in some amphibian and reptile species from Gümüşhane Province of Turkey. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **4**, 63-70.
- Buresh, I. & Tsonkov, Y. (1933).** Untersuchungen über die Verbreitung der Reptilien und Amphibien in Bulgarien und auf der Balkanhalbinsel. I Teil: Schildkröten (Testudinata) und Eidechsen (Sauria). *Mitteilungen aus den Königlichen Naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia*, **6**, 150-207.
- Corn, P.S. (2005).** Climate change and amphibians. *Animal Biodiversity and Conservation*, **28**(1), 59-67.
- Covaciu-Marcov, S.D., Sas, I., Antal, C., Cicort-Lucaciu, A.Ş. & Buncan, M. (2010).** We cannot hibernate again: new amphibian populations active during winter in the thermal habitats from Western Romania. *Bihorean Biologist*, **4**(2).
- Escobedo-Galván, A.H. (2013).** Temperature dependent sex determination in an uncertain world: advances and perspectives. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **84**, 727-730.
- Franzen, M. (1986).** Zur Winterlichen Aktivität Einiger Echsen in der Südlichen Türkei. *Herpetofauna*, **8**, (45), 6-10.
- Gidiş, M. & Başkale, E. (2020).** The herpetofauna of Honaz Mountain National Park (Denizli Province, Turkey) and threatening factors.
- Grant, B.W. (1990).** Trade-offs in activity time and physiological performance for thermoregulating desert lizards, *Sceloporus merriami*. *Ecology*, **71**(6), 2323-2333.
- Gregory, P.T. (1982).** Reptilian hibernation. *Biology of the Reptilia*, **13**, 53-154.
- Grenot, C.J., Garcin, L., Dao, J., Hérold, J.P., Fahys, B. & Tséré-Pages, H. (2000).** How does the European common lizard, *Lacerta vivipara*, survive the cold of winter? *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, **127**(1), 71-80.
- Gül, Ç., Tosunoğlu, M., Hacıoğlu, N., Çaprazlı, T., Erduğan, H. & Uysal, İ. (2014).** The population of *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833) on the Island of Bozcaada, Turkey. *Herpetozoa*, **27**(1/2), 104-108.
- Hawkes, L.A., Broderick, A.C., Godfrey, M.H. & Godley, B.J. (2009).** Climate change and marine turtles. *Endangered Species Research*, **7**(2), 137-154.
- Helmer, W., Strijbosch, H. & Scholte, P.T. (1989).** Distribution and ecology of lizards in the Greek province of Evros. *Amphibia-reptilia*, **10**(2), 151-174.
- Hocaoğlu, Ş. (1988).** Bozcaada'nın Fiziki Coğrafyası. *Ege Coğrafya Dergisi*, **3**(1).
- Huey, R.B., Kearney, M.R., Krockenberger, A., Holtum, J.A., Jess, M. & Williams, S.E. (2012).** Predicting organismal vulnerability to climate warming: roles of behaviour, physiology, and adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **367**(1596), 1665-1679.
- IUCN (2022).** The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-3. <https://www.iucnredlist.org>.
- Jablonski, D. (2013).** Unusual observation of the winter activity of *Lissotriton vulgaris* from South-Western Slovakia. *Folia Faunistica Slovaca*, **18**(1), 301-302.
- Juszczyk, W. (1987).** Płazy i gady krajowe. *Państwowe Wydawnictwo Naukowe*.
- Kaczmarek, J.M., Piasecka, M. & Kaczmarek, M. (2018).** Winter activity of the smooth newt *Lissotriton vulgaris* in Central Europe. *The Herpetological Bulletin*, **144**, 31-32.
- Koç, H., Bülbül, U. & Kutrup, B. (2018).** Is the Spiny-tailed Lizard *Darevskia rudis* (Bedriaga, 1886) Active All Year? *Ecologia Balkanica*, **10**(1), 47-51.
- Kotsakiozi, P., Jablonski, D., Ilgaz, Ç., Kumlutaş, Y., Avcı, A., Meiri, S., Itescu, Y., Kukushkin, O., Gvoždík, V., Scillitani, G., Roussos, S.A., Jandzik, D., Kasapidis, P., Lymberakis, P. & Poulakakis, N. (2018).** Multilocus phylogeny and coalescent species delimitation in Kotschy's gecko, *Mediodactylus kotschyi*: Hidden diversity

- and cryptic species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **125**, 177-187.
- Kowalewski, L. (1974).** Observations on the phenology and ecology of amphibia in the region of Częstochowa. *Acta Zoologica Cracoviensia*, **19**, 391-460.
- Kurnaz, M. & Şahin, M.K. (2021).** Unusual Winter Activity Observations of Two Newt Species (*Ommatotriton ophryticus* & *Triturus ivanbureschi*) from the Anatolian Peninsula. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, **7**(2), 337-342.
- Kurnaz, M., Kutrup, B. & Bülbül, U. (2016).** An Exceptional Activity for *Darevskia derjugini* (Nikolsky, 1898) from Turkey. *Ecologica Balkanica*, **8**(2), 91-93.
- Le Galliard, J.F., Massot, M., Baron, J.P. & Clobert, J. (2012).** Ecological effects of climate change on European reptiles. *Wildlife conservation in a changing climate*, 179-203.
- Li, Y., Cohen, J.M. & Rohr, J.R. (2013).** Review and synthesis of the effects of climate change on amphibians. *Integrative Zoology*, **8**(2), 145-161.
- Mollov I., Georgiev. G. & Basheva, S. (2015).** Is the Kotschy's Gecko *Mediodactylus kotschy* (Steindachner, 1870) (Reptilia: Gekkonidae) active during the winter? *ZooNotes*, **84**, 1-3.
- Moss, B. (2010).** Ecology of fresh waters: a view for the twenty-first century. *John Wiley & Sons*. USA.
- Newton, E.J. & Herman, T.B. (2009).** Habitat, movements, and behaviour of overwintering Blanding's turtles (*Emydoidea blandingii*) in Nova Scotia. *Canadian Journal of Zoology*, **87**(4), 299-309.
- Özkan, H. & Bülbül, U. (2021).** The Winter Activity of the Endemic Lizard Species, *Anatololacerta danfordi* (Günther, 1876). *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **11**(1), 99-105.
- Porter, W. P., Mitchell, J. W., Beckman, W. A. & DeWitt, C. B. (1973).** Behavioral implications of mechanistic ecology. *Oecologia*, **13**(1), 1-54.
- Rugiero, L. (1995).** Winter activity of a Common Wall Lizard (*Podarcis muralis*) population in central Italy. *Russian Journal of Herpetology*, **2**, 148-152.
- Şahin, M.K. (2021).** Unusual mating behavior of *Apathya cappadocica* in the winter season from southeastern Anatolia. *Scientific Reports in Life Sciences*.
- Sas, I., Roşioru, C.L., & Covaciu-Marcov, S.D. (2012).** Note on eight new thermal habitats with winter-active amphibians in Western Romania North-Western. *Journal of Zoology*, **8**, 382-385.
- Shterback, N. & Golubev, M. (1986).** Gekonyi fauny SSSR i sopredelnyih stran. Opredelitel. (Geckos of the fauna of USSR and the surrounding countries. Field guide). Publ.
- Sidis, I. & Gasith, A. (1985).** Food Habits of the Caspian Terrapin (*Mauremys caspica rivulata*) in Unpolluted and Polluted Habitats in Israel. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles*, **19**(1), 108-115.
- Stojanov, A., Tzankov, N. & Naumov, B. (2011).** Die Amphibien und Reptilien Bulgariens. *Frankfurt: Chimaira Verlag*. 582 p.
- Stone, P.A., Marinoni, H.M., Laverty, S. & Fenwick, A.M. (2021).** Winter Activity in a Northern Population of Mediterranean Geckos (*Hemidactylus turcicus*). *Herpetological Conservation and Biology*, **16**(2), 405-411.
- Tinkle, D.V. & Hadley, N.F. (1973).** Reproductive effort and winter activity in the viviparous Montane Lizard *Sceloporus jarrovi*. *Copeia*, **1973**, 272-277.
- Tzankov, N., Popgeorgiev, G., Naumov, B., Stojanov, A., Kornilev, Y., Petrov, B., Dyugmedzhiev, A., Vergilov, V., Dragomirova, R., Lukanov, S. & Westerström, A. (2014).** Opredelitel na zemnovodnite i vlechugite v Priroden Park "Vitosha (Identification guide of the amphibians and reptiles in Vitosha Nature Park), *Directorate of Vitosha Nature Park, Bulgaria*.
- Ultsch, G.R. (1989).** Ecology and Physiology of Hibernation and Overwintering Among Freshwater Fishes, Turtles, and Snakes. *Biological Reviews*, **64**(4), 435-516.
- Ultsch, G.R. (2006).** The ecology of overwintering among turtles: where turtles overwinter and its consequences. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* **81**, 339-367.
- Vitt, L.J. & Caldwell, J.P. (2009).** Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. *3rd Edition. Academic Press, San Diego*. 697 pp.
- Vitt, L.J. & Caldwell, J.P. (2013).** Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. *Academic press. USA*.
- Vongrej, V., Smolinský, R., Bulánková, E. & Jandzik, D. (2008).** Extraordinary winter activity of the green lizard *Lacerta viridis* (Laurenti, 1768) in southwestern Slovakia. *Herpetozoa*, **20**(3/4), 173.
- Wessels, J. L., Carter, E. T., Hively, C. L., Hayter, L. E. & Fitzpatrick, B. M. (2018).** Population viability of nonnative Mediterranean house geckos (*Hemidactylus turcicus*) at an urban site near the northern invasion front. *Journal of Herpetology*, **52**(2), 215-222.
- Westerström, A. (2005).** Some notes on the herpetofauna in Western Bulgaria. In *Herpetologia Petropolitana. Proceedings of the 12th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica, St. Petersburg* (pp. 241-244).
- Winter, M., Fiedler, W., Hochachka, W. M., Koehncke, A., Meiri, S. & De La Riva, I. (2016).** Patterns and biases in climate change research on amphibians and reptiles: a systematic review. *Royal Society Open Science*, **3**(9), 160158.
- Yıldız, M. Z. (2020).** Herpetofauna of Kilis Province (Southeast Anatolia, Turkey). *Amphibian & Reptile Conservation*, **14**(2), 145-156.
- Zug G.R., Vitt, L.J. & Caldwell, J.P. (2001).** Herpetology. USA. *San Diego Academic Press*.



Antibacterial Activity and In vitro Probiotic Properties of *Lactococcus lactis* Isolated from Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*)

Ecren UZUN YAYLACI

Surmene Faculty of Marine Science, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey

Geliş/Received: 22.05.2022

Kabul/Accepted: 01.08.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Uzun Yaylaci, E. (2022). Antibacterial Activity and In vitro Probiotic Properties of *Lactococcus lactis* Isolated from Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 251-256.

Atıf yapmak için: Uzun Yaylaci, E. (2022). Levrekten (*Dicentrarchus labrax*) İzole Edilen *Lactococcus lactis*'in Antibakteriyel Aktivitesi ve In vitro Probiyotik Özellikleri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 251-256.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-2558-2487>

*Corresponding author:
Ecren UZUN YAYLACI
Surmene Faculty of Marine Science, Karadeniz
Technical University, Trabzon, Turkey
✉: ecrenuzun@ktu.edu.tr

Abstract: This study aimed to screen the antibacterial effect of *Lactococcus lactis* against selected pathogens and to characterize its probiotic properties in vitro. The whole-cell product and cell-free supernatant of *L. lactis* were tested and the antibacterial effect of the whole-cell compound was found to be greater than that of the cell-free supernatant. *L. lactis* exhibited the greatest inhibitory effect against *A. veronii* from which it was isolated from the same environment. *L. lactis* showed observable growth at 4-37 °C, 1-4% NaCl, 0.3% ox gall and pH 2-3. The cells had 89.3 % hydrophobicity. Of the 19 enzymes tested in the API-ZYM system, only 7 were evident for the strain. *L. lactis* was resistant to streptomycin and sulfadiazine but was susceptible to 7 other antibiotics commonly used in aquaculture. It was γ -hemolytic. The results demonstrated that *L. lactis* exhibited probiotic properties such as being able to survive in a wide temperature and salinity range, growing in acidic and bile salt environments, and producing enzymes that can support digestion. According to these findings, *L. lactis* may have the potential to be used as a probiotic supplement in aquaculture.

Keywords: Antibacterial activity, *Lactococcus lactis*, probiotic.

Levrekten (*Dicentrarchus labrax*) İzole Edilen *Lactococcus lactis*'in Antibakteriyel Aktivitesi ve In vitro Probiyotik Özellikleri

Öz: Bu çalışmanın amacı, *Lactococcus lactis*'in seçilmiş patojenlere karşı antibakteriyel etkisini taramak ve probiyotik özelliklerini laboratuvar ortamında karakterize etmektir. Çalışmada, *L. lactis*'in tam-hücre ürünü ve hücresiz süpernatantı test edilmiştir ve tam hücreli bileşiğin antibakteriyel etkisinin, hücresiz süpernatantından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. *L. lactis* en büyük inhibitör etkiyi test edilen bakteriler arasında, aynı ortamdan izole edilen *A. veronii*'ye karşı göstermiştir. *L. lactis*, 4-37 °C, %1-4 NaCl, %0,3 oxgall ve pH 2-3'te gözlemlenebilir büyüme sergilemiştir. Hücreler %89,3 oranında hidrofobik özellik göstermiştir. API-ZYM sisteminde test edilen 19 enzimden sadece 7'sinin *L. lactis* için belirgin olduğu tespit edilmiştir. *L. lactis*'in, streptomisin ve sülfadiazin'e dirençli, su ürünleri yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan diğer 7 antibiyotiğe karşı ise duyarlı olduğu belirlenmiştir. İzolat γ -hemolitikdir. Sonuçlar, *L. lactis*'in geniş bir sıcaklık ve tuzluluk aralığında hayatta kalabilme, asidik ve safra tuzlu ortamlarda gelişebilme ve sindirimi destekleyebilen enzimler üretebilme gibi probiyotik özellikler sergilediğini göstermiştir. Bu bulgulara dayanarak *L. lactis*'in su ürünleri yetiştiriciliğinde probiyotik takviyesi olarak kullanıma potansiyeli olduğu öngörülmektedir.

*Sorumlu yazar:
Ecren UZUN YAYLACI
Karadeniz Teknik ÜniversitesiSurmene
Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, Türkiye
✉: ecrenuzun@ktu.edu.tr

Anahtar kelimeler: Antibakteriyel aktivite, *Lactococcus lactis*, probiyotik.

INTRODUCTION

Disease outbreaks are a major problem in the aquaculture industry. Among the diseases, bacterial fish diseases are considered to cause the most mortality in fish (Gomez-Gil et al., 2000; Balta, 2020). Antibiotics and their derivatives are widely used for the control and management of bacterial diseases (Midhun et al., 2017; Balta & Tekin 2021). The excessive and uncontrolled use of antibiotics causes the development of antibiotic-resistant bacteria, as well as the deterioration of the beneficial microbiota in the intestines (Resende et al., 2012). Probiotic supplements can be used as alternative biocontrol applications to reduce these risk factors and develop environmentally friendly disease management (Verschuere et al., 2000).

Probiotics are defined as live microorganisms that are non-pathogenic and can live in the gastrointestinal tract to benefit the host (de Vrese & Schrezenmeir, 2008). Probiotic intake improves the intestinal microbiota, provides resistance to diseases, and increases growth performance (Olmos et al., 2020). Therefore, probiotic applications play an important role in aquaculture industries. Probiotics commonly used in aquaculture are *Alteromonas*, *Arthrobacter*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Pseudoalteromonas*, *Rhodospiridium*, *Roseobacter*, *Streptomyces*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Carnobacterium* and *Weissella* species (Irianto & Austin 2002; Yaylaci, 2021).

Lactic acid bacteria (LAB) are widely used in aquaculture for their ability to improve the gastrointestinal tract, digestive function, and immunity, promote growth and increase host disease resistance (Ringø et al., 2018). LAB are Gram-positive, non-motile, and non-spore-forming microorganisms that are "generally recognized as safe" (Salminen et al., 1998). LAB produces various bacteriocins and organic acids that inhibit the growth of some fish pathogens (Planas et al., 2004).

There are many probiotic strains currently in commercial use, but there is still growing interest in new strains with probiotic properties (Kim & Austin, 2008). In vitro and in vivo tests are used to select probiotic strains. In vitro tests are quite different from in vivo tests, but they are essential because they provide useful information in the characterization of potential probiotics (Jacobsen et al., 1999; Uzun Yaylaci, 2021).

The study aimed to test the inhibitory activity of *Lactococcus lactis* against selected pathogens and to characterize its probiotic properties, in vitro. The inhibitory effect was tested against pathogenic bacteria isolated from sea bass (*Dicentrarchus labrax*) showing disease symptoms. The probiotic features of *L. lactis* were

investigated by assays for survivability at different temperature and salinity ranges, acid and bile salt resistance, and hydrophobicity. The enzyme profile of the isolate was defined, and its safety was determined by hemolytic activity and antibiotic susceptibility tests.

MATERIAL AND METHOD

Bacterial strains: *Lactococcus lactis* (ON564732) isolated from sea bass (*D. labrax*) (Uzun Yaylaci, 2019) was evaluated in terms of its inhibitory effect and probiotic properties. Indicator microorganisms were *Vibrio vulnificus* (KF443056), *V. harveyi* (KF443058), *V. rotiferianus* (KF443057), *Photobacterium damsela* subsp. *damsela* (KF443048) and *Aeromonas veronii* (KF443053) which were isolated from sea bass with disease symptoms and confirmed previously by Uzun and Ogut (2015). *A. sobria* (ATCC 43979), *A. hydrophila* (ATCC 7966), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Listeria monocytogenes* (ATCC 43251), *Salmonella enterica* (ATCC 13076) and *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) were also tested. The stock cultures were maintained with 10% (v/v) glycerol at -70 °C.

Antibacterial activity: The whole-cell product and the cell-free supernatant of *L. lactis* were evaluated for antibacterial activity against the indicator strains mentioned above. *L. lactis* was grown in deMan Rogosa Sharpe (MRS) broth at 30 °C for 24 h. After centrifugation (10000 × g, 10 min, 4 °C), the pellets and supernatant were separated from each other. The pellets were washed twice and resuspended in phosphate-buffered saline (PBS) (pH 7.2). The cell-free supernatant was filtered through 0.22 µm-pore size filters.

The agar well diffusion method was carried out to screen the antibacterial activity of *L. lactis* according to Tagg et al. (1976) with minor modification. The samples (30 µL) were added to wells cut in tryptic soy agar (TSA) plates previously inoculated with indicator bacteria. Wells filled with 30 µl of PBS (pH7.2) served as controls. The plates were incubated at 30 °C for 24 h. The experiments were repeated three times and the diameter of the inhibition zone was measured.

Growth at different temperatures and salt concentrations: To observe visible growth at different salt concentrations, the overnight culture (100 µl) of *L. lactis* inoculated on MRS agar plates supplemented with 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, and 6% of 1 M NaCl and incubated at 30 °C for 48 h (Mohamad et al., 2020). To observe visible growth at different temperatures, *L. lactis* was prepared under the same conditions, inoculated on MRS agar plates, and incubated at 4, 10, 25, 35, 37, 40, and 44 °C for 48 h. The assays were performed in triplicate.

Resistance to low Ph: The acid tolerance of *L. lactis* was determined according to Maragkoudakis et al. (2006). The overnight culture was centrifuged (10000 × g, 10 min, 4 °C) and washed twice with PBS buffer (pH 7.2). The pellets were resuspended in PBS adjusted to pH 2.0 or pH 3.0 with 0.5 N HCl and incubated at 30 °C for 3 h. PBS adjusted with pH 7.2 was used as a control. During the cultivation, samples were withdrawn at 0, 1.5, and 3 h and serially diluted in PBS (pH 7.2). MRS agar plates inoculated with 100 µl suspension were incubated at 30 °C for 48 h. Viable colonies were enumerated using the pour plate method. The assays were performed in triplicate.

Bile salt tolerance: The bile salt tolerance of *L. lactis* was determined by following the procedure described by Mohamad et al. (2020) with minor modifications. The overnight culture was centrifuged (10000 × g, 10 min, 4 °C) and washed twice with PBS buffer (pH 7.2). The pellets were resuspended in PBS containing 0.3% (w/v) ox gall (Sigma) and incubated at 30 °C for 6 h. During the cultivation, samples were withdrawn at 0, 3, and 6 h and serially diluted in PBS (pH 7.2). MRS agar plates were inoculated with 100 µl of suspension and incubated at 30 °C for 48 h. Viable colonies were enumerated using the pour plate method. The assays were performed in triplicate.

Hydrophobicity: The hydrophobicity of *L. lactis* was evaluated according to the method of Vinderola et al. (2004) with minor modifications. The overnight culture was centrifuged at 10 000 × g for 10 min at 4 °C and washed twice with PBS buffer (pH 7.2) and adjusted to the optical density at 600 nm (OD₆₀₀) (H₀). *n*-hexadecane was used as a solvent. The bacterial suspension was mixed with 20% (w/v) *n*-hexadecane vortexed for 2 min. After the mixture was separated into two phases (30 min, 30 °C), the OD of the aqueous phase was measured at OD₆₀₀ (H₁). The hydrophobicity was calculated according to the following formulae:

$$\text{Hydrophobicity (\%)} = [(H_0 - H_1) / H_0] \times 100$$

Hemolytic activity: *L. lactis* was streaked onto an agar plate containing 7% sheep blood. After incubation at 30 °C for 48 h, the plates were evaluated for hemolytic activity.

Enzyme profile: The enzyme profile of *L. lactis* was performed using the API ZYM kit (BioMerieux, USA) according to the manufacturer's instructions.

Antibiotic susceptibility: The antibiotic susceptibility of *L. lactis* was determined by using the disc diffusion method described by Bauer et al. (1966). Antibiotic discs containing ampicillin (10 µg disc⁻¹), rifampicin (10 µg disc⁻¹), amoxicillin (10 µg disc⁻¹), penicillin G (10 units), vancomycin (30 µg disc⁻¹), streptomycin (10 µg disc⁻¹), chloramphenicol (30 µg disc⁻¹), oxytetracycline (30 µg disc⁻¹) and sulphadiazine (300 µg

disc⁻¹) were placed on the Mueller Hinton agar plates and incubated at 30 °C for 24 h. The experiments were repeated three times and the clear zones (including disc diameter) were measured.

Statistical analysis: The data were presented as means ± standard deviation. The results were analyzed using a one-way analysis of variance (ANOVA) using MINITAB 19 software. *p* < 0.05 was considered statistically significant.

RESULTS AND DISCUSSION

Antibacterial activity: The antimicrobial effect of the whole-cell compound and cell-free supernatant of *L. lactis* was evaluated against twelve pathogens by the agar well diffusion method. Four indicator bacteria were inhibited by the whole-cell compound or cell-free supernatant of *L. lactis*. Moreover, the inhibition effect of the whole-cell compound was found to be greater than that of the cell-free supernatant (Table 1). This result can be explained by the fact that similar to the report of Liu et al. (2015), the cultured cells of probiotic bacteria may contain antimicrobial compounds that are not present in their cell-free supernatant.

Table 1. Antibacterial activity of *L. lactis* whole-cell product and cell-free supernatant.

Indicator bacteria	Inhibition zone (mm)	
	whole-product	cell-free supernatant
<i>V. vulnificus</i>	-	-
<i>V. harveyi</i>	-	-
<i>V. rotiferianus</i>	-	-
<i>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>damsela</i>	-	-
<i>A. veronii</i>	21.45 ± 0.21	11.06 ± 0.36
<i>A. sobria</i>	11.84 ± 0.25	7.12 ± 0.11
<i>A. hydrophila</i>	16.25 ± 0.44	9.14 ± 0.37
<i>S. marcescens</i>	-	-
<i>L. monocytogenes</i>	-	-
<i>S. enterica</i>	-	-
<i>E. coli</i>	-	-
<i>S. aureus</i>	9.11 ± 0.34	-

^a Values are the mean ± standard deviations of triplicate measurements.

-No inhibitory zone

Aeromonas spp. have been reported as opportunistic pathogens with global distribution in various aquatic environments (Burke et al., 1984). Motile (*A. hydrophila*, *A. veronii*, and *A. sobria*) and non-motile (*A. salmonicida*) members of *Aeromonas* may cause infections in humans and lower vertebrates, including amphibians, reptiles, and fish (Janda & Abbott, 1998). Motile *Aeromonas* infections are characterized by exophthalmia, hemorrhages, ulcerations, skin lesions, an acidic fluid, liver, and kidney lesions in fish (Garcia et al. 2007; Uzun & Ogut, 2015) and cause massive fish mortality worldwide (John et al., 2013). Among the tested bacteria, *Aeromonas* spp. were the most sensitive indicator bacteria to *L. lactis*. This result was supported by the studies of Ivanova et al. (1993), Balcazar et al. (2007), and Zhou et al. (2010), which reported that *L. lactis* could inhibit *Aeromonas* species. In the current study, the potential probiotic *L. lactis* showed the greatest inhibitory effect against *A. veronii* from which it was isolated from the same

environment. Whole-cell compound and cell-free supernatant of *L. lactis* did not show any inhibitory effect against *V. vulnificus*, *V. harveyi*, *V. rotiferianus*, *P. damsela* subsp. *damsela*, *S. marcescens*, *L. monocytogenes*, *S. enterica*, and *E. coli*.

Probiotic characteristics: The probiotic characteristics of *L. lactis* were evaluated by its NaCl, temperature, acid, and bile-salt tolerances. NaCl tolerant strains can survive in the high salt environment of the gastrointestinal tract and withstand the adverse effects of osmotic pressure (Xu et al., 2019). In this study, *L. lactis* was able to tolerate 1 to 4% NaCl but, high NaCl concentrations had an inhibitory effect on the strain. Besides, *L. lactis* was able to grow at 4 to 37 °C, but growth was not observed at high temperatures (40°C <). Low acidity and bile-rich intestinal juices in the gastrointestinal tract are effective mechanisms for the destruction of pathogens (Halim et al., 2017). A strain with probiotic potential should have acid and bile salt tolerance (Jena et al., 2013). Here, the isolate survived after incubation for 3 hat pH 2.0-3.0 (Figure 1a) and 6 h in 0.3% ox gall (Figure 1b). Similar to the report of Jawan et al. (2021), it was concluded that *L. lactis* evaluated in this study could also survive in the gastrointestinal tract and have the potential to be effective as a probiotic. Hydrophobicity can determine the adhesion capacity of probiotic bacteria to intestinal epithelial cells (Falah et al., 2019). In this study, the hydrophobicity of *L. lactis* was determined as 89.3%. Although there is no standard value for hydrophobicity, it is advantageous for probiotic bacteria, and high hydrophobicity results in better attachment to epithelial cells (de Souza et al., 2019).

Enzyme profile: The exo-enzymes of bacteria, especially amylase, protease, and lipase, can affect the digestive process of the host (Newaj-Fyzul et al., 2014). The enzymatic activities of *L. lactis* determined by the API-ZYM system are listed in Table 2. The strain showed high acid phosphatase and Naphthol-AS-BI-phosphohydrolase activities. However, the strain's lipase activities were low and negative for carbohydrase activities.

Safety

Hemolytic activity: In vitro evaluation of hemolytic activity is one of the safety prerequisites for the selection of the probiotic strain. It has been previously reported that *L. lactis* has gamma hemolytic activity (no hemolysis) (Jawan et al., 2021). Similarly, *L. lactis* showed γ -hemolysis in this study, indicating that the tested strain has the potential to be preferred as a probiotic additive.

Antibiotic susceptibility: Determination of the antibiotic profile of *L. lactis* is a necessary step for its safe use as a probiotic. In the current study, *L. lactis* was sensitive to ampicillin, rifampicin, amoxicillin, penicillin

G, vancomycin, chloramphenicol, and oxytetracycline but resistant to streptomycin and sulphadiazine (Table 3).

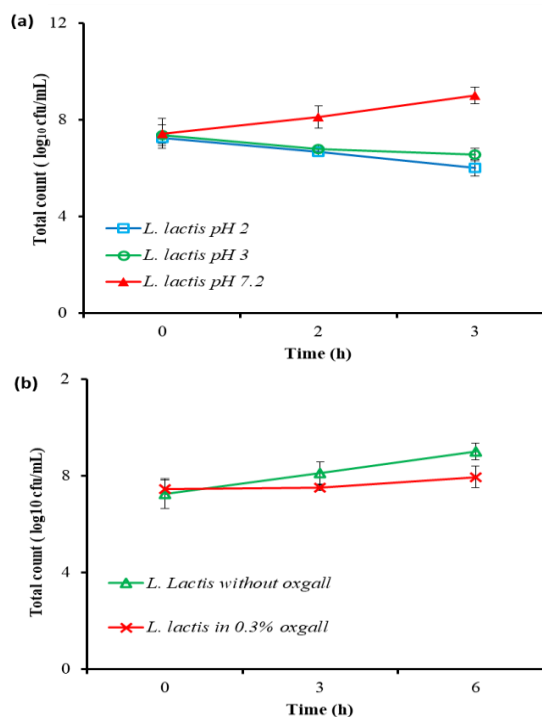


Figure 1. Survival of *L. lactis* after incubation at pH 2.0, 3.0, and 7.2 (a), in the presence of 0.3% ox gall (b). Values are means \pm SD.

Table 2. Enzyme profile of *L. lactis* with API-ZYM kit

Enzyme	<i>L. lactis</i>	Enzyme	<i>L. lactis</i>
Control	-	Valine arylamidase	0
Glycosidases		Cystine arylamidase	0
α -galactosidase	0	Trypsin	0
β -galactosidase	0	α -chymotrypsin	0
β -glucuronidase	0	Ester hydrolases	
α -glucosidase	0	Esterase (C4)	2
β -glucosidase	0	Esterase lipase (C8)	2
N-acetyl- β -glucosaminidase	0	Lipase (C14)	1
α -mannosidase	0	Phosphohydrolases	
α -fucosidase	0	Alkaline phosphatase	3
Peptide hydrolases		Acid Phosphatase	4
Leucine arylamidase	3	Naphthol-AS-BI- phosphohydrolase	5

+ positive reaction; - negative reaction

Table 3. Antibiotic susceptibilities of *L. lactis*

Antibiotics	Inhibition zone (mm)
Ampicillin	31.56 \pm 0.58 ^a
Rifampicin	8.11 \pm 0.25
Amoxicillin	35.23 \pm 0.85
Penicillin G	32.51 \pm 0.34
Vancomycin	16.12 \pm 0.40
Streptomycin	0
Chloramphenicol	22.1 \pm 0.44
Oxytetracycline	33.56 \pm 1.14
Sulphadiazine	0

^a Values are the mean \pm standard deviations of triplicate measurements.

CONCLUSION

In this study, the inhibitory activity of *L. lactis* isolated from sea bass against selected pathogens was screened and its probiotic properties were characterized in vitro. The whole-cell product of *L. lactis* showed the greatest inhibitory effect against *A. veronii* isolated from the same environment. *L. lactis* showed probiotic characteristics including being able to survive in a wide temperature and salinity range, acid, and bile salt resistance, and producing extracellular enzymes that can

support digestion. Being sensitive to many antibiotics and showing gamma hemolytic activity are its positive features in terms of safety. Therefore, *L. lactis* can be used as a potential probiotic in aquaculture. Although many probiotic properties have been elucidated by in vitro tests, the strain is a good candidate for further investigation by in vivo studies.

REFERENCES

- Balcázar, J.L., Vendrell D., de Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Gironés, O. & Múzquiz, J.L. (2007). In vitro competitive adhesion and production of antagonistic compounds by lactic acid bacteria against fish pathogens. *Veterinary Microbiology*, **122**, 373-380.
- Balta, F. (2020). Determination of the Antimicrobial Susceptibilities of *Aeromonas* spp. Isolated from Rainbow Trout Farms on the Firtina River. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences* **5**, 397-407. DOI: 10.35229/jaes.785447
- Balta, F. & Tekin, N. (2021). Determination of antibacterial effect of tannic acid against some bacterial pathogens isolated from fish. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **6**, 532-539. DOI: 10.35229/jaes.1004833
- Bauer, A.W., Kirby, W.M., Sherris, J.C. & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, **45**(4), 493-496.
- Burke, V., Robinson, J., Cooper, M., Beaman, J., Partridge, K., Peterson, D. & Gracey, M. (1984). Biotyping and virulence factors in clinical and environmental isolates of *Aeromonas* species. *Applied and Environmental Microbiology*, **47**, 1146-1149. DOI: 10.1128/aem.47.5.1146-1149.1984
- de Souza, B., Borgonovi, T.F., Casarotti, S.N., Todorov, S.D. & Penna, A. (2019). *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus fermentum* strains isolated from mozzarella cheese: probiotic potential, safety, acidifying kinetic parameters and viability under gastrointestinal tract conditions. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, **11**(2), 382-396. DOI: 10.1007/s12602-018-9406-y
- de Vrese, M. & Schrezenmeir, J. (2008). Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, **111**, 1-66. DOI: 10.1007/10_2008_097
- Falah, F., Vasiee, A., Behbahani, B.A., Yazdi, F. T., Moradi, S., Mortazavi, S.A. & Roshanak, S. (2019). Evaluation of adherence and anti-infective properties of probiotic *Lactobacillus fermentum* strain 4-17 against *Escherichia coli* causing urinary tract infection in humans. *Microbial Pathogenesis*, **131**, 246-253. DOI: 10.1016/j.micpath.2019.04.006
- Garcia, F., Pilarski, F., Onaka, E.M, de Moraes, F.R. & Martins, M.L. (2007). Hematology of *Piaractus mesopotamicus* fed diets supplemented with vitamins C and E, challenged by *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, **271**, 39-46. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.06.021
- Gomez-Gil, B., Roque, A. & Turnbull, J.F. (2000). The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. *Aquaculture*, **191**, 259-270. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00431-2
- Halim, M., Mohd Mustafa, N.A., Othman, M., Wasoh, H., Kapri, M.R. & Ariff, A.B. (2017). Effect of encapsulant and cryoprotectant on the viability of probiotic *Pediococcus acidilactici* ATCC 8042 during freeze-drying and exposure to high acidity, bile salts and heat. *LWT-Food Science and Technology*, **81**, 210-216. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.04.009
- Irianto, A. & Austin, B. (2002). Probiotics in aquaculture. *Journal of Fish Diseases*, **25**, 633-642. DOI: 10.1046/j.1365-2761.2002.00422.x
- Ivanova, E., Mikhailov, V.V., Kuznetsova, T.A., Afiyatullo, A.A., Kali novskaya, N.I., Elyakov, G.B., Kiprianova, E.A. & Garagulya, A.D. (1993). Heterotrophic bacteria associated with the sponge *Dendrilla* sp. and their physiological activity. *Marine Biology*, **19**(1), 3-10.
- Jacobsen, C.N., Rosenfeldt Nielsen, V., Hayford, A.E., Møller, P.L., Michaelsen, K.F., Pærregaard, A., Sandström, B., Tvede, M. & Jakobsen, M. (1999). Screening of probiotic activities of forty-seven strains of *Lactobacillus* spp. by in vitro techniques and evaluation of the colonization ability of five selected strains in humans. *Applied and Environmental Microbiology*, **65**(11), 4949-4956. DOI: 10.1128/AEM.65.11.4949-4956.1999
- Janda, J.M. & Abbott, S.L. (1998). Evolving concepts regarding the genus *Aeromonas*: an expanding Panorama of species, disease presentations, and unanswered questions. *Clinical Infectious Diseases*, **27**, 332-344.
- Jawan, R., Abbasiliasi, S., Mustafa, S., Kapri, M.R., Halim, M. & Ariff, A.B. (2021). In vitro evaluation of potential probiotic strain *Lactococcus lactis* Gh1 and its bacteriocin-like inhibitory substances for potential use in the food industry. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, **13**(2), 422-440. DOI: 10.1007/s12602-020-09690-3
- Jena, P.K., Trivedi, D., Thakore, K., Chaudhary, H., Giri, S.S. & Seshadri, S. (2013). Isolation and characterization of probiotic properties of *Lactobacilli* isolated from rat fecal microbiota. *Microbiology and Immunology*, **57**(6), 407-416. DOI: 10.1111/1348-0421.12054
- John, N. & Hatha, A.A.M. (2013). Distribution, extracellular virulence factors and drug resistance of motile aeromonads in freshwater ornamental fishes and associated carriage water. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, **3**, 92-100. DOI: 10.5376/ija.2013.03.0017

- 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. DOI: [10.1111/j.1472-765X.2008.02401.x](https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2008.02401.x)
- Liu, X.F., Li, Y., Li, J.R., Cai, L.Y., Li, X.X., Chen, J.R. & Lyu, S.X. (2015).** Isolation and characterization of *Bacillus* spp. antagonistic to *Vibrio parahaemolyticus* for use as probiotics in aquaculture. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, **31**(5), 795-803. DOI: [10.1007/s11274-015-1833-2](https://doi.org/10.1007/s11274-015-1833-2)
- Maragkoudakis, P.A., Zoumpopoulou, G., Miaris, C., Kalantzopoulos, G., Pot, B. & Tsakalidou, E. (2006).** Probiotic potential of *Lactobacillus* strains isolated from dairy products. *International Dairy Journal*, **16**, 189e199. DOI: [10.1016/j.idairyj.2005.02.009](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2005.02.009)
- Midhun, S.J., Neethu, S., Vysakh, A., Sunil, M.A., Radhakrishnan, E. K. & Jyothis, M. (2017).** Antibacterial activity of autochthonous bacteria isolated from *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) and it's in vitro probiotic characterization. *Microbial Pathogenesis*, **113**, 312-320. DOI: [10.1016/j.micpath.2017.10.058](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.10.058)
- Mohamad, N., Hidayah, M., Mhd, S., Najiah, M. & Mhd, I. (2020).** Screening of lactic acid bacteria isolated from giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) as potential probiotics. *Aquaculture Reports*, DOI: [10.1016/j.aqrep.2020.100523](https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100523)
- Newaj-Fyzul, A., Al-Harbi, A.H. & Austin, B. (2014).** Review: developments in the use of probiotics for disease control in aquaculture. *Aquaculture*, **431**, 1-11.
- Olmos, J., Acosta, M., Mendoza, G. & Pitones, V. (2020).** *Bacillus subtilis*, an ideal probiotic bacterium to shrimp and fish aquaculture that increase feed digestibility, prevent microbial diseases, and avoid water pollution. *Archives of Microbiology*, **202**(3), 427-435. DOI: [10.1007/s00203-019-01757-2](https://doi.org/10.1007/s00203-019-01757-2)
- Planas, M., Vázquez, J.A., Marqués, J., Pérez-Lomba, R., González, M.P. & Murado, M. (2004).** Enhancement of rotifer (*Brachionus plicatilis*) growth by using terrestrial lactic acid bacteria. *Aquaculture*, **240**(1-4), 313-329. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2004.07.016](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.07.016)
- Resende, J.A., Silva, V.L., Fontes, C.O., Souza-Filho, J.A., Rocha de Oliveira, T.L., Coelho, C.M., César, D.E. & Diniz, C.G. (2012).** Multidrug-resistance and toxic metal tolerance of medically important bacteria isolated from an aquaculture system. *Microbes and Environments*, **27**(4), 449-455. DOI: [10.1264/jsme2.me12049](https://doi.org/10.1264/jsme2.me12049)
- Ringø, 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. DOI: [10.3389/fmicb.2018.01818](https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01818)
- Salminen, S., von Wright, A., Morelli, L., Marteau, P., Brassart, D., de Vos, W.M., Fondén, R., Saxelin, M., Collins, K., Mogensen, G., Birkeland, S.E. & Mattila-Sandholm, T. (1998).** Demonstration of safety of probiotics - a review. *International Journal of Food Microbiology*, **44**(1-2), 93-106. DOI: [10.1016/s0168-1605\(98\)00128-7](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(98)00128-7)
- Tagg, J.R., Dajani, A.S. & Wannamaker, L.W. (1976).** Bacteriocins of gram-positive bacteria. *Bacteriological Reviews*, **40**(3), 722-756. DOI: [10.1016/br.40.3.722-756.1976](https://doi.org/10.1016/br.40.3.722-756.1976)
- Uzun, E. & Ogut, H. (2015).** The isolation frequency of bacterial pathogens from sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in the Southeastern Black Sea. *Aquaculture*, **437**, 30 - 37. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2014.11.017](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.11.017)
- Uzun Yaylaci, E. (2019).** Developing a differentiation technique for the pathogenic bacteria causing disease in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) by using artificial neural networks. Doctoral thesis, Karadeniz Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Trabzon, Turkey, 47p., 2019.
- Uzun Yaylaci, E. (2021).** Application of Artificial Neural Networks to Predict Inhibition in Probiotic Experiments. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, **13**(3), 106-125. DOI: [10.24107/ijeas.1019382](https://doi.org/10.24107/ijeas.1019382)
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P. & Verstraete, W. (2000).** Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, **64**(4), 655-671. DOI: [10.1128/MMBR.64.4.655-671.2000](https://doi.org/10.1128/MMBR.64.4.655-671.2000)
- Vinderola, C.G., Medici, M. & Perdigon, G. (2004).** Relationship between interaction sites in the gut, hydrophobicity, mucosal immunomodulating capacities and cell wall protein profiles in indigenous and exogenous bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, **96**(2), 230-243. DOI: [10.1046/j.1365-2672.2004.02158.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2004.02158.x)
- Xu, Y., Tian, Y., Cao, Y., Li, J., Guo, H., Su, Y., Tian, Y., Wang, C., Wang, T. & Zhang, L. (2019).** Probiotic Properties of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* L1 and Its Growth Performance-Promotion in Chicken by Improving the Intestinal Microflora. *Frontiers in Physiology*, **10**, 937. DOI: [10.3389/fphys.2019.00937](https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00937)
- Yaylaci, E.U. (2021).** Isolation and characterization of *Bacillus* spp. from aquaculture cage water and its inhibitory effect against selected *Vibrio* spp. *Archives of Microbiology*, **204**(1), 26. DOI: [10.1007/s00203-021-02657-0](https://doi.org/10.1007/s00203-021-02657-0)
- Zhou, X, Wang, Y, Yao, J. & Li, W. (2010).** Inhibition ability of probiotic, *Lactococcus lactis*, against *A. hydrophila* and study of its immunostimulatory effect in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Engineering, Science and Technology*, **2**(7), 73-80. DOI: [10.4314/ijest.v2i7.63743](https://doi.org/10.4314/ijest.v2i7.63743)



Morin (2',3,4',5,7-Pentahydroxyflavon) Antioxidant Effect in Streptozotocin-Induced Diabetic Rat Brain and Heart Tissues^[*]

Ahmet BEYATLI^{1*} Emine Gülçeri GÜLEÇ PEKER² Nursel GÜL³ Şule COŞKUN CEVHER⁴

¹ University of Health Sciences, Hamidiye Vocational School of Health Services, Department of medicinal and aromatic plants, 34668, Istanbul, Turkey

² Giresun University, Faculty of Medical Sciences, Department of Nursery, 28100, Giresun, Turkey

³ Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, 06100, Ankara, Turkey

⁴ Gazi University, Faculty of Science, Department of Biology, 06500, Ankara, Turkey

Geliş/Received: 15.04.2022

Kabul/Accepted: 23.08.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Beyatli, A., Güleç Peker, E.G., Gül, N. & Coşkun Cevher, Ş. (2022). Morin (2',3,4',5,7-Pentahydroxyflavon) Antioxidant Effect in Streptozotocin-Induced Diabetic Rat Brain and Heart Tissues. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 257-262.

Atıf yapmak için: Beyatli, A., Güleç Peker, E.G., Gül, N. & Coşkun Cevher, Ş. (2022). Morin (2',3,4',5,7-Pentahidroksiflavon) Streptozotosin ile İndüklenen Diyabetik Sıçan Beyin ve Kalp Dokularında Antioksidan Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 257-262.

*ID: <https://orcid.org/0000-0001-5225-6217>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-7244-0281>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-2978-4163>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-6204-2845>

***Corresponding author:**

Ahmet BEYATLI
University of Health Sciences, Hamidiye
Vocational School of Health Services,
Department of medicinal and aromatic plants,
34668, Istanbul, Turkey
✉: ahmet.beyatli@sbu.edu.tr

Abstract: Diabetes mellitus is agreed to be among the biggest public health burdens seen at the world. Recently, the using natural products (flavonoids specially) in diabetes treatment saw a rise in interest due to insulin's and oral anti-diabetic medicines' unfavorable side effects. The present work is studying the beneficial effects of morin (2',3,4',5,7-pentahydroxyflavone) on antioxidant of tissues and lipid peroxidation status in diabetic and non-diabetic rats. Diabetes associated with elevation in reactive oxygen species and deficient in antioxidant activity, which is important aspects for pathogenesis of diabetes. The role of morin on the brain and heart antioxidant markers were estimated. The diabetic rats exhibited elevated levels of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), Nitric oxide (NOx) and glutathione (GSH) levels in brain and heart tissues when compared with healthy animals. The treatments using morin significantly stopped elevation in brain and heart TBARS and NOx levels. Oral administration of morin showed significant increase in GSH level in brain tissue. These results indicated that morin exerts antioxidative activity in diabetic rats.

Keywords: Diabetes, glutathione, morin, oxidative stress.

Morin (2',3,4',5,7-Pentahidroksiflavon) Streptozotosin ile İndüklenen Diyabetik Sıçan Beyin ve Kalp Dokularında Antioksidan Etkisi

Öz: Diyabetes mellitusun dünyada görülen en büyük halk sağlığı zorunluklarından biri olduğu kabul edilmektedir. Son zamanlarda, insülin ve oral anti-diyabetik ilaçların olumsuz yan etkileri nedeniyle diyabet tedavisinde doğal ürünler (özellikle flavonoidler) kullanımı artan bir ilgiye tanık olmuştur. Bu araştırma, diyabetik ve diyabetik olmayan sıçanlarda morinin (2',3,4',5,7-pentahidroksiflavon) doku antioksidanları ve lipid peroksidasyonu üzerindeki yararlı etkilerini incelemektedir. Artan reaktif oksijen türleri ve yetersiz antioksidan aktivite diyabet ile ilişkilidir, buda diyabet patogenezinde başlıca sorumludur. Beyin ve kalp antioksidan belirteçleri üzerinden morin'in rolü değerlendirildi. Diyabetik sıçanların beyin ve kalp dokularında normal sıçanlara göre tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (TBARS) ve nitrik oksit (NOx) düzeyleri daha yüksek, glutatyon (GSH) düzeyi ise daha düşük gözlemlendi. Morin muamelesi beyin ve kalp TBARS ve NOx düzeylerindeki artışı anlamlı olarak önledi. Ayrıca morin beyin GSH seviyesinde önemli artış gösterdi. Sonuçlar morin'in diyabetik sıçanlarda antioksidan aktivite gösterdiğini belirtmektedir.

Anahtar kelimeler: Diyabet, glutatyon, morin, oksidatif stres.

***Sorumlu yazar:**

Ahmet BEYATLI
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık
Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve
Aromatik Bitkiler Bölümü, 34668, İstanbul,
Türkiye
✉: ahmet.beyatli@sbu.edu.tr

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

INTRODUCTION

The overexpression of oncogene genes, production of mutagen compounds, encouragement of atherogenic activity, occurrence of senile plaques, or inflammation are just a few of the factors that can lead to oxidative damage in a cell when there is an imbalance between the oxidant species and the antioxidant defense system. Cancer, neurodegeneration, cardiovascular illnesses, diabetes, and kidney ailments are appeared as a consequence of this imbalance (Pisoschi & Pop, 2015). Diabetes mellitus, also known as metabolic abnormalities, causes hyperglycemia, which is caused by a lack of insulin secretion, impact, or both. Type 1 diabetes is the most common type, which outcome by completely loss of the secretion of insulin and Type 2 that appears as a result of synergy between insulin and insufficient secretion of insulin (Hansen, 1998; ADA, 2008). Free radical production, particularly reactive oxygen species (ROS), is mediated by chronic hyperglycemia. Three primary methods can be used to explain the formation of ROS; autooxidation of glucose, activation of polyol pathway and protein glycation, accompanied by impaired antioxidant defense mechanisms which lead to oxidative stress that cause damage of cellular components (Bonfont-Rousselot, 2002; Atlan et al., 2006). The defense system of antioxidants consisting of nonenzymatic (e.g., α -lipoic acid, cofactors, glutathione (GSH), trace elements, vitamins) and enzymatic (e.g., catalase, glutathione peroxidase, superoxide dismutase) players which present in all aerobic organisms to protect cells and tissues against oxidative damage. Using of different antioxidants in experimental diabetes models subjected to extensive scientific studies. Recently numerous compounds with antioxidant properties, especially those derived from plants, showed beneficial effects against diabetes and its complications (Fidan et al., 2009; Sankaranarayanan & Pari, 2011) and some compounds used as an approved antidiabetic agents have antioxidant activity (Güleç Peker et al., 2021).

Flavonoids are considered one of the most powerful antioxidants which were also used against oxidative stress in diabetes (Roghani & Baluchnejadmojarad, 2010; Srinivasan and Pari, 2012). Morin (2',3,4',5,7-pentahydroxyflavone) considered one of the flavonoids belonging to flavonols (Figure 1).

Isolated specially from plants of Moraceae (Xie et al., 2006). Morin known to have several records of biological and pharmacological activities (Lee et al., 2008; Sreedharan et al., 2009; Subash & Subramanian, 2009; Al-Numair et al., 2012). Moreover, even at high doses it has no toxic effects in animals (Yugarani et al., 1992). This study was conducted to explore morin antioxidant activity in streptozotocin (STZ) diabetic rats.

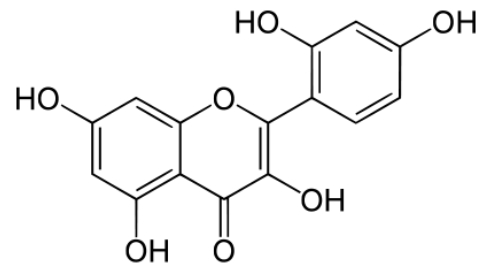


Figure 1. Morin structure.

MATERIAL AND METHOD

Chemicals and Reagents: Sigma Aldrich, St. Louis, USA, provided the STZ and all other compounds. The rest of the reagents were of analytical grade.

Experimental Animals: Male Wister rats, aged 2-3 months (180-230 g), were obtained from Refik Saydam Central Institute of Health (Ankara, Turkey) and kept under conventional conditions, including a 12/12 h light/dark cycle, a 22±2 °C ambient temperature, and free access to food and water. The Institutional Animal Ethics Committee at Gazi University (G.Ü ET-10.084) approved the procedure and rules for animal experimentation.

Induction of Diabetes: STZ was delivered intraperitoneally to overnight fasting rats (45 mg/kg) in 0.1 M cold sodium citrate buffer (pH: 4.5), normal animals were given only buffer. 72 hours after STZ injection, blood glucose levels were assessed. Diabetic rats are those whose blood sugar levels are greater than or equal to 200 mg/dL.

Experimental Design: The animals were placed into seven groups, each with six animals:

- Group I: normal rats given only vehicle (carboxy methyl cellulose CMC 0.5%; 1mL/kg) (NC)
- Group II: normal rats + morin (25 mg/kg) (N25)
- Group III: normal rats + morin (50 mg/kg) (N50)
- Group IV: diabetic control rats given only vehicle (DC)
- Group V: diabetic rats + morin (25 mg/kg) (D25)
- Group VI: diabetic rats + morin (50 mg/kg) (D50)

Treatment was given orally by gavage once daily for 21 days. The rats were sacrificed in day 21 under ether anesthesia. Dissected brain and heart tissues were cleansed with ice cold 0.9 percent saline solution to move blood, then dried on filter paper and kept at 80 °C for biological analysis.

Biochemical Assays: The levels of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in brain and heart tissues are used to assess lipid peroxidation (Buege & Aust, 1978). In brief, tissue samples were homogenized (Heidolph Diax 900 homogenizer, Germany) in ice-cold 150 mM KCl, then 1 mL of homogenate treated with 0.5 mL of 15% TCA for deproteinization then samples centrifuged at 2000 xg. 0.5 mL of 0.67% TBA and 10 μ L of 1% BHT were added to supernatant for prevention further lipid peroxidation. After 10 min in water bath

samples cooled, absorbance read at 535 nm. TBARS concentrations expressed as nmol/g tissue.

Ellman (Ellman, 1959) was used to determine the GSH levels in the tissues. Tissues were homogenized in ice-cold 150 mM KCl, then combined with 0.75 mL of deproteinization solution (NaCl, metaphosphoric acid, EDTA) and centrifuged at 4000 xg for 20 minutes. The supernatant was then combined with 2 mL of 0.3 M NaH₂PO₄ and 0.2 mL of the DTNB (5,5'-dithio-bis-2-nitrobenzoic acid) reagent. At 412 nm, the absorbance was measured. GSH concentrations are measured in micromoles per gram of tissue.

Nitric oxide (NO_x) measured by Griess assay which involves nitrate reduction by vanadium (III) chloride through acidic reaction of Griess (Miranda et al., 2001). Tissues homogenized (1:9) in phosphate buffer (0.1 M, pH7.0) and centrifuged for 15 min at 3500 xg at 4 °C. The supernatants were then treated with 0.25 ml of 0.3 M NaOH (0.5 ml). After 5 minutes of room temperature incubation, 0.25 mL of 5% (w/v) ZnSO₄ was added for deproteinization. The mixture was then centrifuged at 3000 xg for 20 minutes, with the supernatants utilized in the Griess assay (Green et al., 1982). Absorbance read at 540 nm. NO_x concentrations expressed as μmol/g tissue.

Statistical analysis: Statistical analyzing were carried out using SPSS package (version 13.0), which include ANOVA pursued by post hoc Tukey's test. The results are presented as the mean±SEM for six rats in each group. p-Values <0.05 are deemed significant.

RESULTS AND DISCUSSION

Antioxidants are substances or nutrients found in food that can stop or delay the body's oxidative damage. Free radicals are naturally produced by our body cells as they use oxygen, and they can harm our tissues. As "free radical scavengers," antioxidants stop and reverse the damage caused by these free radicals. Oxidative damage is a factor in a number of health issues, including cancer, diabetes mellitus, heart disease, and muscle degeneration (Nirmala et al., 2011).

STZ is a cytotoxic glucose analogue which enter β-cells of pancreas through the glucose 2 transporter and preferentially accumulates inside these cells (Tjälve et al., 1976). STZ (alkylating agent) methylnitrosourea moiety results in the death of these cells through fragmentation of the DNA. The cellular efforts for repairing DNA will lead to the overstimulation of poly (ADP-ribose) polymerase and that will be the reason for the depletion of cellular NAD⁺, thus the storage of ATP that in turn take the β-cells toward necrosis. Also, diabetogenic activity of STZ can be backed to its ability to the liberation of NO and ROS (Lenzen, 2008; Murata et al., 1999; Yamamoto et al., 1981). Persistent hyperglycemia leads to oxidative stress

which considered the major factor in occurrence of diabetes complications (Bonnetfont-Rousselot, 2002).

Free radicals generated due to chronic hyperglycemia which in turn leads to shortage in antioxidant defense systems which cause oxidative stress (Karasu, 1999). Lipid peroxidation (LP) is the reaction of free radicals like ROS with polyunsaturated fatty acids that will be responsible from lipid products formation such as TBARS (Lubin et al., 1972). LP is one of the most important mechanisms of cell damage leading to necrosis or apoptosis (Burton, 1989; Stark, 2005). The present study showed a significant elevation in diabetic rats TBARS levels of brain and heart. These values were obtained through experiments are in agreement with several studies (Bellamkonda et al., 2011; El Ghouli et al., 2012). The elevated TBARS levels in diabetic rats suggest that peroxidative damage may be an important part of the appearing complications of diabetes. In our study the morin significantly reduced the brain and heart tissues TBARS levels of the diabetic animals that can be because its scavenging capacity of the free radicals generated by ROS and prevent its deleterious effects.

The protection against oxidative stress includes enzymatic and non-enzymatic antioxidant systems. GSH is an important intracellular scavenger of free radicals, GSH acts by redox homeostasis balancing, free radicals quenching and through taking role in the reactions of detoxification (Matkovic et al., 1982). In diabetes depletion of NADPH through polyol pathway leads to shortage in GSH and subsequently decreases in GPx activity (Lorenzi, 2007).

Administration of morin (25 and 50 mg/kg) to normal rats didn't display notable difference in TBARS, GSH and NO_x levels relative to normal control group in brain and heart tissues. STZ-diabetic rats exhibited a seriously raise in TBARS levels in all studied tissues (p<0.05). Morin administration (25 and 50 mg/kg) displayed varied degree of reduction in TBARS levels of brain and heart (Figure 2).

Brain GSH levels in diabetic control rats manifested significant decrease (p<0.05). Application of morin to diabetic rats failed to show any clear changes in D25, while increase in D50 group was significant (p<0.05), this activity reflects the strong antioxidant nature of this flavonoid. There was no obvious change in heart GSH levels among groups (Figure 3). This result is consistent with former studies (Maritim et al., 1999).

Earlier studies show variable information regarding impact of diabetes on the level's NO_x. A significant reduction has been shown by many studies (Xie et al., 2006; Zhang et al., 2011), on the contrary, some other references revealed an increase in NO_x levels as a consequence for induction of diabetes (Seven et al., 2004).

Upon our results NOx levels were raised in both brain and heart tissues of diabetic control rats in comparison with healthy animals. This height could be one of the reasons leads to β -cells damage during diabetes development (Welsh et al., 1994). Morin treatment lowered obviously ($p < 0.05$) brain NOx levels in D25 and D50 groups when compared with diabetic control ($p < 0.05$). In the heart tissue only D50 group showed a clearly decrease ($p < 0.05$) in NOx levels (Figure 4). This improvement because of morin administration can be backed to either down-regulation of NOS gene expression or directly scavenging of NOx.

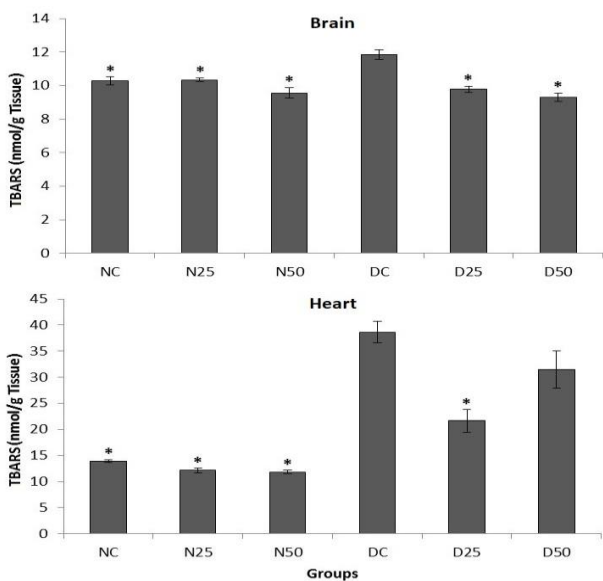


Figure 2. Morin treatment effects on TBARS in brain and heart tissues. *Significantly different from diabetic control rats at $p < 0.05$. Data presented as mean \pm SEM (n= 6).

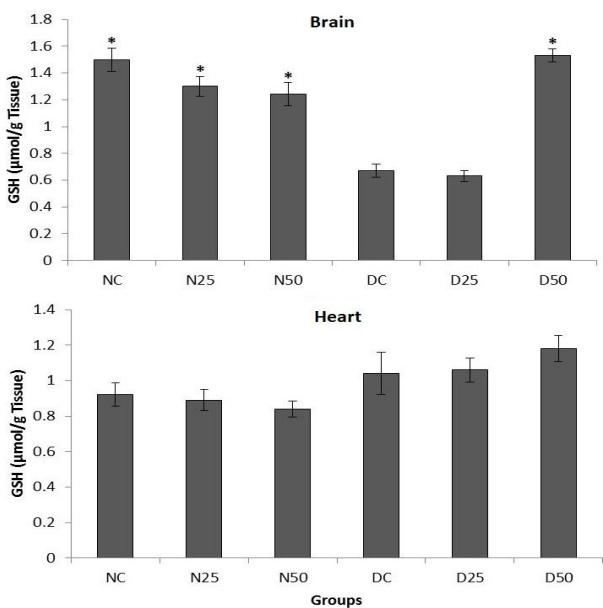


Figure 3. Morin treatment effects on GSH in brain and heart tissues. *Significantly different from diabetic control rats at $p < 0.05$. Data presented as mean \pm SEM (n= 6).

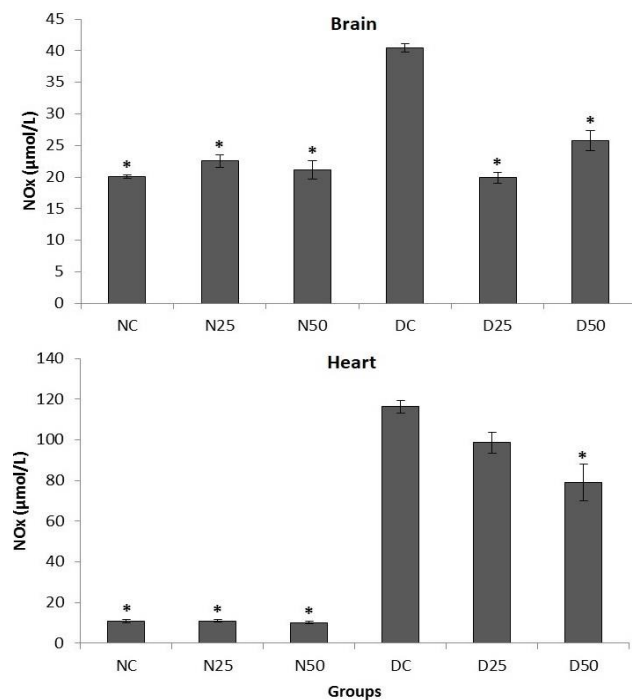


Figure 4. Morin treatment effects on NOx in brain and heart tissues. *Significantly different from diabetic control rats at $p < 0.05$. Data presented as mean \pm SEM (n= 6).

CONCLUSION

Findings indicates that morin application to STZ-diabetic rats results in a considerable antioxidant activity. In terms of human health studies morin thought to be a good source in the alternative remediation of diabetes.

REFERENCES

Al-Numair, K.S., Chandramohan, G. & Alsaif, M.A. (2012). Pretreatment with morin, a flavonoid, ameliorates adenosine triphosphatases and glycoproteins in isoproterenol-induced myocardial infarction in rats. *Journal of Natural Medicines*, **66**(1), 95-101. DOI: [10.1007/s11418-011-0558-2](https://doi.org/10.1007/s11418-011-0558-2)

American Diabetes Association. (2008). Standards of medical care in diabetes-2008 Diabetes Care, **31** (1, Suppl. 1). S12-S54. DOI: [10.2337/Dc08-S012](https://doi.org/10.2337/Dc08-S012)

Atlan, N., Sepici Dinçel, A. & Koca, C. (2006). Diabetes mellitus ve oksidatif stres. *Türk Biyokimya Dergisi*, **31**(2), 51-56.

Bellamkonda, R., Rasineni K., Singareddy, S.R., Kasetti, R.B., Pasurla, R., Chippada, A.R. & Desireddy, S. (2011). Antihyperglycemic and antioxidant activities of alcoholic extract of *Commiphora mukul* gum resin in streptozotocin induced diabetic rats. *Pathophysiology*, **18**(4), 255-261. DOI: [10.1016/j.pathophys.2010.10.002](https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2010.10.002)

Bonnefont-Rousselot, D. (2002). Glucose and reactive oxygen species. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, **5**(5), 561-568. DOI: [10.1097/00075197-200209000-00016](https://doi.org/10.1097/00075197-200209000-00016)

- Buege, J.A. & Aust, S.D. (1978).** [30] Microsomal lipid peroxidation. Pp. 302-10. In *Methods in enzymology*, Vol. 52. Elsevier. DOI: [10.1016/s0076-6879\(78\)52032-6](https://doi.org/10.1016/s0076-6879(78)52032-6)
- Burton, G.W. (1989).** Antioxidant action of carotenoids. *The Journal of Nutrition*, **119**(1), 109-111. DOI: [10.1093/jn/119.1.109](https://doi.org/10.1093/jn/119.1.109)
- El Ghouli, J., Smiri, M., Ghrab, S., Boughattas, N.A. & Ben-Attia, M. (2012).** Antihyperglycemic, antihyperlipidemic and antioxidant activities of traditional aqueous extract of *Zygophyllum album* in streptozotocin diabetic mice. *Pathophysiology*, **19**(1), 35-42. DOI: [10.1016/j.pathophys.2011.12.001](https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2011.12.001)
- Ellman, G.L. (1959).** Tissue sulfhydryl groups. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, **82**(1), 70-77. DOI: [10.1016/0003-9861\(59\)90090-6](https://doi.org/10.1016/0003-9861(59)90090-6)
- Fidan, A.F., Kucukkurt, I., Yuksel, H., Ozdemir, A., Ince, S. & Dundar, Y. (2009).** The effects of structurally different saponin containing plants on tissue antioxidant defense systems, lipid peroxidation and histopathological changes in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **8**(5), 920-927.
- Green, L.C., Wagner, D.A., Glogowski, J., Skipper, P.L., Wishnok, J.S. & Tannenbaum, S.R. (1982).** Analysis of nitrate, nitrite, and [15N] nitrate in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, **126**(1), 131-138. DOI: [10.1016/0003-2697\(82\)90118-x](https://doi.org/10.1016/0003-2697(82)90118-x)
- Güleç Peker, E.G., Balabanlı, B., Özer, Ç. & Coşkun Cevher, Ş. (2021).** Benfluorex, friends or foe? The effects of Benfluorex on oxidative status in the brain during experimental diabetes. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **6**(3), 357-363. DOI: [10.35229/jaes.929547](https://doi.org/10.35229/jaes.929547)
- Hansen, M. (1998).** *Instructor's manual for hansen pathophysiology: foundations of disease and clinical intervention*. WB Saunders Company.
- Karasu, Ç. (1999).** Increased activity of H₂O₂ in aorta isolated from chronically streptozotocin-diabetic rats: effects of antioxidant enzymes and enzyme inhibitors. *Free Radical Biology and Medicine*, **27**(1-2), 16-27. DOI: [10.1016/s0891-5849\(99\)00028-3](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(99)00028-3)
- Lee, H.S., Jung, K.H., Hong, S.W., Park, I.S., Lee, C., Han, H.K., Lee, D.H. & Hong, S.S. (2008).** Morin protects acute liver damage by carbon tetrachloride (CCl₄) in rat. *Archives of Pharmacal Research*, **31**(9), 1160-1165. DOI: [10.1007/s12272-001-1283-5](https://doi.org/10.1007/s12272-001-1283-5)
- Lenzen, S. (2008).** The mechanisms of alloxan-and streptozotocin-induced diabetes. *Diabetologia*, **51**(2), 216-226. DOI: [10.1007/s00125-007-0886-7](https://doi.org/10.1007/s00125-007-0886-7)
- Lorenzi, M. (2007).** The polyol pathway as a mechanism for diabetic retinopathy: attractive, elusive, and resilient. *Journal of Diabetes Research*, **2007**, 61038. DOI: [10.1155/2007/61038](https://doi.org/10.1155/2007/61038). DOI: [10.1155/2007/61038](https://doi.org/10.1155/2007/61038)
- Lubin, B.H., Shohet, S.B. & Nathan, D.G. (1972).** Changes in fatty acid metabolism after erythrocyte peroxidation: stimulation of a membrane repair process. *The Journal of Clinical Investigation*, **51**(2), 338-344. DOI: [10.1172/JCI106819](https://doi.org/10.1172/JCI106819)
- Maritim, A.C., Moore, B.H., Sanders, R.A. & Watkins III, J.B. (1999).** Effects of melatonin on oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *International Journal of Toxicology*, **18**(3), 161-166. DOI: [10.1016/j.biopha.2005.08.005](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2005.08.005)
- Matkovics, B., Varga, S.I., Szabo, L. & Witas, H. (1982).** The effect of diabetes on the activities of the peroxide metabolism enzymes. *Hormone and Metabolic Research*, **14**(02), 77-79. DOI: [10.1055/s-2007-1018928](https://doi.org/10.1055/s-2007-1018928)
- Miranda, K.M., Espey, M.G. & Wink, D.A. (2001).** A rapid, simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite. *Nitric Oxide*, **5**(1), 62-71. DOI: [10.1006/niox.2000.0319](https://doi.org/10.1006/niox.2000.0319)
- Murata, M., Takahashi, A., Saito, I. & Kawanishi, S. (1999).** Site-specific dna methylation and apoptosis: induction by diabetogenic streptozotocin. *Biochemical Pharmacology*, **57**(8), 881-887. DOI: [10.1016/s0006-2952\(98\)00370-0](https://doi.org/10.1016/s0006-2952(98)00370-0)
- Nirmala, A., S. Saroja, S. & Gayathri Devi, G. (2011).** Antidiabetic Activity of Basella rubra and its Relationship with the Antioxidant Property." *British Biotechnology Journal*, **1**(1), 1-9. DOI: [10.1007/s12291-013-0344-x](https://doi.org/10.1007/s12291-013-0344-x)
- Pisoschi, A.M. & Pop, A. (2015).** The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European journal of medicinal chemistry*, **97**, 55-74. DOI: [10.1016/j.ejmech.2015.04.040](https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2015.04.040)
- Roghani, M. & Baluchnejadmojarad, T. (2010).** Hypoglycemic and hypolipidemic effect and antioxidant activity of chronic epigallocatechin-gallate in streptozotocin-diabetic rats. *Pathophysiology*, **17**(1), 55-59. DOI: [10.1016/j.pathophys.2009.07.004](https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2009.07.004)
- Sankaranarayanan, C. & Pari, L. (2011).** Thymoquinone ameliorates chemical induced oxidative stress and β -cell damage in experimental hyperglycemic rats. *Chemico-Biological Interactions*, **190**(2-3), 148-154. DOI: [10.1016/j.cbi.2011.02.029](https://doi.org/10.1016/j.cbi.2011.02.029)
- Seven, A., Güzel, S., Seymen, O., Civelek, S., Bolayırılı, M., Uncu, M. & Burçak, G. (2004).** Effects of vitamin e supplementation on oxidative stress in streptozotocin induced diabetic rats: investigation of liver and plasma. *Yonsei Medical Journal*, **45**(4), 703-710. DOI: [10.3349/ymj.2004.45.4.703](https://doi.org/10.3349/ymj.2004.45.4.703)
- Sreedharan, V., Venkatachalam, K.K. & Namasivayam, N. (2009).** Effect of morin on tissue lipid peroxidation and antioxidant status in 1, 2-dimethylhydrazine induced experimental colon carcinogenesis. *Investigational New Drugs*, **27**(1), 21. DOI: [10.1155/2011/473964](https://doi.org/10.1155/2011/473964)

- Srinivasan, S. & Pari, L. (2012).** Ameliorative effect of diosmin, a citrus flavonoid against streptozotocin-nicotinamide generated oxidative stress induced diabetic rats. *Chemico-Biological Interactions*, **195**(1), 43-51. DOI: [10.1016/j.cbi.2011.10.003](https://doi.org/10.1016/j.cbi.2011.10.003)
- Stark, G.J. (2005).** Functional consequences of oxidative membrane damage. *The Journal of Membrane Biology*, **205**(1), 1-16. DOI: [10.1007/s00232-005-0753-8](https://doi.org/10.1007/s00232-005-0753-8)
- Subash, S. & Subramanian, P. (2009).** Morin a flavonoid exerts antioxidant potential in chronic hyperammonemic rats: a biochemical and histopathological study. *Molecular and Cellular Biochemistry*, **327**(1-2), 153. DOI: [10.1007/s11010-009-0053-1](https://doi.org/10.1007/s11010-009-0053-1)
- Tjälve, H., Wilander, E. & Johansson, E.B. (1976).** Distribution of labelled streptozotocin in mice: uptake and retention in pancreatic islets. *Journal of Endocrinology*, **69**(3), 455-456. DOI: [10.1677/joe.0.0690455](https://doi.org/10.1677/joe.0.0690455)
- Welsh, N., Eizirik, D.L. & Sandler, S. (1994).** For debate nitric oxide and pancreatic p-cell destruction in insulin dependent diabetes mellitus: don't take no for an answer. *Autoimmunity*, **18**(4), 285-290. DOI: [10.3109/08916939409009530](https://doi.org/10.3109/08916939409009530)
- Xie, M.X., Long, M., Liu, Y., Qin, C. & Wang, Y.D. (2006).** Characterization of the interaction between human serum albumin and morin. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, **1760**(8), 1184-1191. DOI: [10.1016/j.bbagen.2006.03.026](https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2006.03.026)
- Yamamoto, H., Uchigata, Y. & Okamoto, H. (1981).** Streptozotocin and alloxan induce DNA strand breaks and poly (ADP-ribose) synthetase in pancreatic islets. *Nature*, **294**(5838), 284-286. DOI: [10.1038/294284a0](https://doi.org/10.1038/294284a0)
- Yugarani, T., Tan, B.K.H., Teh, M. & Das, N.P. (1992).** Effects of polyphenolic natural products on the lipid profiles of rats fed high fat diets. *Lipids*, **27**(3), 181-186. DOI: [10.1007/BF02536175](https://doi.org/10.1007/BF02536175)
- Zhang, W., Wang, Y., Yang, Z., Qiu, J., Ma, J., Zhao, Z. & Bao, T. (2011).** Antioxidant treatment with quercetin ameliorates erectile dysfunction in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, **112**(3), 215-218. DOI: [10.1016/j.jbiosc.2011.05.013](https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2011.05.013)



Kurşunun *Musca domestica*'nın (Diptera: Muscidae) Büyüme ve Gelişimi Üzerindeki Etkileri

Meltem KÖKDENER

Ondokuzmayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sosyal Hizmetler Bölümü, Samsun, Türkiye

Geliş Tarihi: 20.04.2022

Kabul Tarihi: 06.06.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atıf yapmak için: Kökdener, M. (2022). Kurşunun *Musca domestica*'nın (Diptera: Muscidae) Büyüme ve Gelişimi Üzerindeki Etkileri. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 7(3), 263-268.

How to cite: Kökdener, M. (2022). Effects of Lead on the Growth and Development of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 263-268.

<https://orcid.org/0000-0002-0107-3274>

*Sorumlu yazarın:
Meltem KÖKDENER
Ondokuzmayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri
Fakültesi, Sosyal Hizmetler Bölümü, Samsun,
Türkiye.
✉: kokdener@omu.edu.tr

Öz: Kurşun (Pb), ağır metaller arasında oldukça toksik bileşiklerden biridir, organizmalar ve ekosistemler üzerinde ciddi problemlere yol açarlar. Bu çalışmanın amacı kurşunun adli açıdan önemli bir sinek olan *Musca domestica*'nın Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae) bazı gelişimsel parametreleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Mevcut çalışmada 30 adet *Musca domestica* larvası dört farklı kurşun konsantrasyonuna maruz bırakılmış besi yeri üzerinde yetiştirilmiştir. Bu çalışma 2021 yılında Ondokuz Mayıs üniversitesi zooloji bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Gelişme hızı, pupa ve larva ölüm oranı, yetişkin ve pupa ağırlığı kaydedilen parametrelerdir. Yaşam öyküsü parametrelerini karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Sonuçlarımız kurşun varlığında pupa ve erişkin sayısı, pupa, ve yetişkin ağırlığının azaldığını göstermiştir. Larval gelişim süresi kontrole kıyasla kurşunlu diyetle azalmış, fakat pupa gelişim süresi uzamıştır. *Musca domestica*'nın yaşam öyküsü parametrelerinin kurşuna duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, gelişim, kurşun, *Musca domestica*.

Effects of Lead on the Growth and Development of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae)

*Corresponding author:
Meltem KÖKDENER
Ondokuz Mayıs University- Faculty of Health
Sciences, Department of Social Services,
Samsun, Türkiye
✉: kokdener@omu.edu.tr

Abstract: Lead is one of the highly toxic compounds among the heavy metals and lead causes serious problems on the organisms and ecosystems. The aim of present study was to investigate the lead impacts on some developmental parameters of forensically important fly, *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae). About 30 larvae of *Musca domestica* reared on diet that were exposed to four different concentrations of lead in present study, This study was carried out at the Zoology Department, University of Ondokuz Mayıs in 2021. Larvae of development rate, pupal and larval mortality, adult, and pupal weight were the recorded parameters. A one way analysis of variance (ANOVA) was used to compare life history parameters. Our results demonstrated that the presence of lead decreased number of pupae and adult, pupal, and adult weight. Larval development time was decreased but pupal development time was increased in diet with lead compared to control. We concluded that life-history parameters of *Musca domestica* are sensitive to lead.

Keywords: Development, heavy metal, lead, *Musca domestica*.

GİRİŞ

Biyosferdeki ağır metal kirliliği, bugün dünyanın karşı karşıya olduğu en önemli çevre sorunlarından biridir (Luo vd., 2020). Ağır metallerin çoğu yer kabuğunda bulunmasına rağmen birçok ağır metal, insan faaliyetleri ve

doğal olaylarla çevreye yayılmaktadır. Ağır metal artışına neden olan insan faaliyetleri arasında; kömür yakma, madencilik, fosil yakıtlar, endüstriyel atıklar, tarımda kimyasallarının kullanımı (Chauhan vd., 2017; Luo vd.,

2020) askeri operasyonlar, nakliye ve endüstriyel üretim (Gall vd., 2015; Azam vd., 2015) sayılabilirken doğal olaylar arasında; erozyon, kayaların ayrışması, volkanik patlamalar, yer kabuğu hareketleri (Luo vd., 2020; Butt vd., 2018) sayılabilir (Hong-hua vd., 2019). Çevreye yayılan bu ağır metaller canlı organizmaları (insan, bitki, böcekler gibi) ve onların yaşam alanlarını tehdit ederler (Rai vd., 2019; Gall vd., 2015; Xie vd., 2014). Ağır metallerin endüstride artan kullanımı insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Ahamed & Siddiqui, 2007). Ağır metaller çevrede; toprakta, su kaynaklarında, havada uzun süre kalmakta (Luo vd., 2020), bitki ve hayvanlar aracılığıyla gıda zincirlerine transfer olmaktadır (Gall vd., 2015; Rai vd., 2019). Besin zincirinde ağır metalin birikmesi, canlı organizma üzerinde ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Xie vd., 2014; Rai vd., 2018; Gall vd., 2015).

Bazı ağır metaller demir (Fe), çinko (Zn) ve bakır (Cu), metabolik süreçlerin önemli unsurlarıdır, enzimlerin fonksiyonlarını yapmalarında ve kimyasal reaksiyonlarda görev yaparlar. Bu metallerin organizmadaki toksisite doza bağlıdır (Tchounwou vd., 2012; İlahi vd., 2020). Kurşun (Pb), arsenik (As) ve cıva (Hg) gibi ağır metaller organizmanın metabolik işlevleri için gerekli (Rai vd., 2019) değildir ve tüm canlı organizmalar için toksik etkilere sahiptir (Bhat vd., 2019). Ağır metaller, hücre düzeyinde iyon dengesini, pH stabilitesini, membran geçirgenliğini, hücre membran polaritesini etkileyebilir. Ayrıca ağır metaller organizma düzeyinde; metabolik bozukluklara, büyümenin engellenmesine veya yaşam öyküsü özelliklerinde değişikliklere neden olurken (Xie vd., 2014), popülasyon düzeyinde ise tür bolluğunu ve biyolojik çeşitliliği etkilerler (İlahi vd., 2020; Xie vd., 2014).

Ağır metaller arasında canlı organizmalar için en tehlikelilerinden biri olan kurşundur. Kurşun, insanda böbrek yetmezliği, hipertansiyon, anemi, genital organ bozuklukları, sinir sistemi bozukluklarına neden olabilir (Ahamed & Siddiqui, 2007). Kurşun diğer canlılar üzerinde de olumsuz etkileri vardır. Bu nedenle, ağır metallerin toksisitesinin belirlenmesine yönelik araştırmalar oldukça önemlidir.

Tanımlanmış 1.000.000'dan fazla olan tür sayısına sahip olan böcekler doğadaki en büyük metazoa sınıfıdır (Amendt vd., 2004) ve ağır metal varlığından en çok etkilenen canlı grubundandır (Azam vd., 2015). Kurşun iyonları, böceklerin metamorfozundan sorumlu hücreleri etkiler, mitokondriyal kristallere zarar verir, ve ATP sentezini azaltır. Ayrıca, büyüme hormonlarının üretimi üzerinde kurşunun olumsuz etkileri kaydedilmiştir (Safae vd., 2014). Böcekler doğrudan yutma, difüzyon (suda yaşayan organizmalar) veya temasla (suda ve toprakta) çeşitli metal kirlenmelerine maruz kalırlar (Diener vd., 2015; Baghban vd., 2014). Ağır metaller böceklerin

organlarında veya tüm vücutlarında biriktiğinden (Butt vd., 2018), çevre kirliliğinin biyolojik göstergeleri olarak kullanılabilirler (Ghannem vd., 2017). Ağır metaller bir yandan böceklerin yaşam alanlarını, hava sıcaklığını (küresel ısınma ve kuraklık) olumsuz etkilerken, diğer yandan da biyokimyasal, fizyolojik faktörleri etkileyerek, böcek popülasyon dinamiklerini değiştirir (Hong-hua vd., 2019).

Bazı organizmalar dikkat çekici derecede ağır metallerle toleranslıdır. Örneğin, bazı Hemiptera, türleri aşırı nikel biriktiren bitkilere yoğun ilgi gösterirken (Boyd, 2009). bazı isopodlar ve collembolalar yüksek olan kadmiyum içeren topraklara adapte olurlar (Posthuma & Van Straalen, 1993). Ağır metal toleransındaki varyasyonu, bunun altında yatan mekanizmayı anlamak, özellikle hangi ağır metali hangi böcek türünün ne dereceye kadar tolere edeceğini bilmek ekosistem açısından son derece önemlidir.

Musca domestica Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae), tüm dünyada yaygın olarak bulunan bir türdür. İnsanların yaşadığı konutlarda, hayvan çiftliklerinde (tavuk, at ve sığır çiftlikleri) kentsel ve kırsal alanlarda yaygın olarak bulunurlar. *M. domestica* 100'den fazla hastalığa (dizanteri, tifo, kolera gibi) (Wang vd., 2018), neden olan patojenlerin vektörüdür (Farooq & Freed, 2014; Ahmed, 2018). Dışkı, leş, çöpler, bakımsız süt veya hayvancılık tesisleri gibi hijyenik olmayan yerler, bu sinekler için uygun beslenme ve üreme ortamları sağlar (Khan vd., 2012). Tüm bu zararlarına rağmen *M. domestica* ekosistemdeki organik maddenin ayrışma döngüsüne katkıda bulunarak endüstriyel, tarımsal ve evsel atıkların neden olduğu çevresel baskıyı azaltır. Bu türün larvalarının besin değeri çok yüksek olduğundan kümes hayvanları ve balıkları beslemek için yem olarak kullanılabilirler.

Ayrıca birçok ölüm vakasında ve böcek süksesyon çalışmalarında, *M. domestica* 'nın erginleri karkaslarda görülmüştür. *M. domestica* insan ve hayvanlarda miyaza neden olur. Bu sineğin larvalarının yaşlı ve çocuklarda ihmalinin kanıtı olarak kullanılmaları yanı sıra, ölüm sonrası aralığın, Posmortem İnterval (PMI) tahmini için kullanılabilmesi düşünülmektedir (Wang vd., 2018).

Kozmopolit bir tür olan *M. domestica* açık, sıcaklık ve tehlikeli metal tehdidi olan çeşitli ortamlara adapte olabilir (Tiana vd., 2018) bu nedenle ağır metal kirliliğinin ve etkisinin tespit (Haq vd., 2012a) edilmesinde, entomotoksikolojik (Silva vd., 2017) çalışmalarda kullanılabilir iyi bir model organizmadır. Ancak, kurşunun *M. domestica* 'nın, farklı biyolojik parametreleri üzerindeki etkileri hakkında çok az çalışma vardır (Haq vd., 2011; Haq vd., 2012a; Haq vd., 2012b; Haq, 2013; Tiana vd., 2018). Farklı coğrafik bölgelerdeki *M. domestica* popülasyonları arasında genetik faktörlerle

bağlı farklılıklar olabilir (Haq vd., 2012b). Aynı türün farklı biyocoğrafik ve biyoiklimsel bölgelere adaptasyonu nedeniyle, suşlar arasında genetik farklılıklar oluşabilir bu da gelişimlerinin farklı olmasına yol açabilir (Tharindu vd., 2019; Thomas vd., 2016). Bu yüzden aynı türün farklı coğrafik bölgelere adapte olmuş varyasyonlarıyla çalışma yapmak önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, kurşunun *M. domestica* gelişimi ve bazı yaşamsal parametreleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir. *M. domestica*'nın, ekonomik, tıbbi, tarımsal ve adli önemi, biyolojik ve ekolojik araştırmalarda kullanılabilme potansiyeli göz önüne alındığında, bu çalışmadan elde edilen veriler adli, biyolojik ve ekolojik çalışmalara referans veri oluşturacaktır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2021 yılında Samsun, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Fakültesinde Zooloji bölümündeki Hayvan Fizyolojisi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. *M. domestica* larvalarının farklı kurşun konsantrasyonu içeren besi yerlerindeki gelişimsel verileri incelenmiştir.

Sinek Kolonileri: Çalışmamızda kullanılan *M. domestica*, erişkinleri Haziran 2019 yılında kampüs arazisi içerisinde bulunan büyükbaş hayvan ahırlarından atrapla toplanmıştır. Laboratuvara getirilen ergin sineklerden koloniler oluşturularak deneysel çalışmalarda kullanılmıştır. Erişkinler 40x30x40 cm kafeslerde 27°C, %67 nem (RH), ve 12:12 (A:K) h fotoperiyodunda muhafaza edilmiştir. Ergin sineklerin bulunduğu kafeslere şeker ve su ilave edilmiştir. Erişkin çıktıktan bir hafta sonra, süt ve kepek karışımından oluşan besi yerleri erişkinlerin yumurtlaması için kafeslere konmuştur. Yaklaşık 6-10 saat sonra, (besi yerinde yeterince yumurta görüldüğünde), besi yerleri kafeslerden alınmış ve toplanan yumurtalar inkübatöre konulmuştur. Elde edilen yumurtaların bir kısmı deneysel analizler için kullanılırken, diğer kısımları ise sinek kolonisinin devamı için kullanılmıştır. Çalışmamızda birinci evre larvalar kullanılmıştır.

Deney Aşaması: Kurşun çözeltilisinin (Pb) dört farklı konsantrasyonu hazırlanmış, (0,25 µg/g, 0,50 µg/g, 1 µg/g ve 2 µg/g) ve içinde larva olan besi yerlerine uygulanmıştır. Toplamda 750 *M. domestica* larvası kullanılmıştır. Hazırlanan stok solüsyon 4 saat bekletildikten sonra besi yerlerine ilave edilmiştir. *M. domestica* 30 tane birinci dönem larvası, (yumurtadan çıktıktan sonra 0-4 saat içinde) dört farklı konsantrasyonda Pb içeren içinde besi yeri (30 g) bulunan kaplara yetiştirilmiştir.

Larvalar pupa aşamasına geçtiğinde pupalar içinde 50 g'lik talaş bulunan 500 ml'lik cam kavanozlara aktarılmıştır. Çalışmada incelenen parametreler şunlardır;

Erişkin ve pupa, ağırlıkları, pupa ve erişkin sayıları, gelişim evrelerinin süreleri. Her konsantrasyon için 5 tekrarlı deneyler yapılmıştır, kontrol deneylerinde sadece süt ve kepek içeren besi yeri kullanılmıştır. Larvalar pupa aşamasına geçtikten 2 gün sonra ağırlıkları ölçülmüştür. Pupadan çıkan erişkinler yaklaşık 2 gün sonra - 20°C'de 4 saat bekletildikten sonra cinsiyetleri belirlenmiş ve ağırlıkları ölçülmüştür. Pupa ve erişkin ağırlıkları hassas terazide (AUW 220D, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) ölçülmüştür.

Veriler SPSS 21 istatistik programıyla analiz edilmiştir. Ağır metal konsantrasyonları arasındaki farklar tek yönlü varyans analizi kullanılarak incelenmiş ve Tukey HSD testi ile de gruplar arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir.

BULGULAR

Larval ve Pupal Gelişim Süresi: Ortalama larva ve pupa gelişim süreleri Tablo 1 de gösterilmiştir. Farklı kurşun konsantrasyonundaki toplam larval gelişim süreleri (F=62,242; p<0,000) ve pupal gelişim süreleri (F=6331,52; p<0,000) kontrol grubu ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 1). Farklı kurşun konsantrasyonları ile beslenen larvaların larval gelişim süreleri kontrol grubuna kıyasla azalırken, pupal gelişim süreleri ise kontrol grubuna kıyasla uzamıştır. En kısa larval ve pupal gelişim süreleri konsantrasyon 1 (0,25 µg/g) iken en uzun larval ve pupal gelişim süreleri konsantrasyon 4 te (2 µg/g) görülmüştür.

Pupa ve Erişkin Ağırlığı: Ortalama pupa ve erişkin ağırlıkları Tablo 2 de gösterilmiştir. Ortalama pupa ağırlığı, kurşun konsantrasyonu arttıkça azalmıştır. Farklı kurşun konsantrasyonlarındaki pupa ağırlıkları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (F=1,941; p<0,404). Kontrol grubundaki ve farklı kurşun konsantrasyonlarındaki dişi ağırlıkları (F=19,077; p<0,000) ve erkek ağırlıklarını (F=12,562; p<0,000) karşılaştırdığımızda aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Ortalama dişi ağırlığı, ve erkek ağırlığı kurşun konsantrasyonu arttıkça önemli ölçüde azalmıştır.

Tablo 1. Farklı kurşun konsantrasyonlarındaki larval ve pupal gelişim süreleri.

Table 1. Larval and pupal development durations at different lead concentrations.

Konsantrasyon	Larval Süre (gün) (Ortalama±SS)	Pupal Süre (gün) (Ortalama±SS)
1	5,01±0,57a*	8,01±0,64b
2	5,17±0,72b	8,18±0,10b
3	5,28±0,73bc	8,28±0,48bc
4	5,45±0,13c	8,45±0,13d
Kontrol	6,00±0,0d F=62,242, df=4,405 P<0,000	5,00±0,0a F=6331,52 df=4,405 P<0,000

*Konsantrasyon 1 (0,25 µg/g) konsantrasyon 2 (0,50 µg/g), konsantrasyon 3 (1 µg/g) ve konsantrasyon 4 (2 µg/g) Aynı sütünde yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (P<0,05).

Tablo 2. Farklı kurşun konsantrasyonlarındaki pupa ve erişkin ağırlığı (mg)

Konsantrasyon	Pupa Ağırlığı (Ortalama±SS)	Dişi Ağırlığı (Ortalama±SS)	Erkek Ağırlığı (Ortalama±SS)
1	20,10±0,46b*	3,73±0,01b	3,36±0,03b
2	19,94±0,15b	3,50±0,04ab	2,92±0,06b
3	19,19±0,19a	2,78±0,03a	2,89±0,11a
4	17,88±0,02a	2,29±0,07a	2,53±0,07a
Kontrol	22,10±0,07c F=1,941, df=4;404, P<0,404	3,90±0,05c F=19,077 df=4;225 P<0,000	3,47±1,05c F=12,562 df=4;173 P<0,000

* Konsantrasyon 1 (0,25 µg/g) konsantrasyon 2 (0,50 µg/g), konsantrasyon 3 (1 µg/g) ve konsantrasyon 4 (2 µg/g). Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (P<0,05).

Pupa ve Erişkin Sayıları: Ortalama pupa ve erişkin sayıları Tablo 3 de gösterilmiştir. Farklı kurşun konsantrasyonlarındaki pupa sayıları kontrolle karşılaştırdığımızda aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (F=627,40; p<0,000). Farklı kurşun konsantrasyonlarındaki dişi ve erkek sayıları kontrol grubu ile karşılaştırdığımızda aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (Erkek sayı; F=260,055; p<0,000; Dişi sayı: F=68,977, p<0,000) (Tablo 3). Çalışmamızda kurşun konsantrasyonunun artmasıyla pupa ve erişkin ölüm oranı artmıştır.

Tablo 3. Farklı kurşun konsantrasyonlarındaki pupa ve erişkin sayıları.

Konsantrasyon	Pupa Sayısı (Ortalama±SS)	Dişi Sayısı (Ortalama±SS)	Erkek Sayısı (Ortalama±SS)
1	23,23±0,18c*	11,48±0,58c	9,61±0,03d
2	19,30±0,03b	10,01±0,53c	8,25±0,24c
3	17,31±0,02a	8,82±0,71b	6,28±0,17b
4	16,91±0,08a	7,82±0,51a	4,51±0,45a
Kontrol	28,72±0,04d F=627,40 df=4;404 P<0,000	12,42±0,06dc F=68,977 df=4;225 P<0,000	13,92±1,49e F=260,055 df=4;173 P<0,000

*Konsantrasyon 1 (0,25 µg/g) konsantrasyon 2 (0,50 µg/g), konsantrasyon 3 (1 µg/g) ve konsantrasyon 4 (2 µg/g). Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (P<0,05).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Ağır metaller, tüm canlı organizmalar üzerinde yaygın toksik etkisi olan kirleticilerdir. Böceklerin hayatta kalmaları, olumsuz yaşam koşullarıyla başa çıkma yetenekleriyle ilgilidir. Olumsuz çevresel koşulları böceklerin gelişimlerini, hayatta kalma oranlarını, büyümelerini, ömür uzunluklarını, doğurganlıklarını negatif yönde etkiler (Zhan vd., 2017). Böcek gelişim süreleride çevresel streslere duyarlıdır ve farklı böcek gruplarının ağır metale yönelik tepkileri farklı olabilir. Yaptığımız çalışmada kurşun varlığının larva büyümesi üzerinde önemli bir etkisi olduğu ve tüm konsantrasyonlarda larval gelişim süresinin kontrol grubuna kıyasla azaldığı görülürken pupa süresi kontrol grubuna kıyasla uzamıştır. Çalışmamızda tüm kurşun konsantrasyonlarında toplam gelişim süresi kontrol grubuna kıyasla yaklaşık 2-2,9 gün farklıdır. Yüksek kurşun konsantrasyonu, mitokondri krista yapısını değiştirip, ATP sentezini ve oksidatif fosforilasyonu

azaltır, buda metamorfozu olumsuz etkiler (Malecka vd., 2001) dolayısıyla larvalar, pupa aşamasına ulaştığında, mevcut problemler nedeniyle, metamorfoz için daha fazla zamana ihtiyaç duyabilirler (Safae vd., 2014). Çalışmamızla uyumlu olarak Safae vd., (2014), *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera: Drosophilidae), Heer & Singh, (2019) *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) ile yaptıkları çalışmalarda kurşun varlığının gelişim süresini uzattığını göstermişlerdir. Çalışmamızdan farklı olarak Kökdener & Yılmaz (2021) *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae) yaptığı çalışmada besi yerindeki kurşun konsantrasyonunun artışına bağlı olarak larval ve pupal gelişim süresinin kısalttığını göstermişlerdir. Shulman vd., (2017) yaptıkları çalışmada farklı kurşun yoğunluğunun *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Calliphoridae) larvalarının gelişimi üzerindeki etkilerini incelemişler ve konsantrasyona bağlı olarak gelişimin hızlandığını göstermiştir.

Yaptığımız çalışmada pupa ve erişkin ağırlıkları kurşun konsantrasyonu arttıkça azalmıştır, en düşük pupa ve erişkin ağırlıkları konsantrasyon 4 (2 µg/g) kullanıldığı besi yerindeki pupa ve erişkinlerde görülmüştür. Heer & Singh, (2019) yaptıkları çalışmada *C. megacephala*'nın pupa ve erişkin ağırlıklarının farklı kurşun konsantrasyonundan etkilendiğini göstermişlerdir. Kökdener & Yılmaz, (2021) *L. sericata* ile yaptığı çalışmada besi yerinde kurşun varlığının pupa ve erişkin ağırlığını azalttığı gözlemlenmiştir ve çalışmamızla uyumludur. Bunun muhtemel nedeni ağır metalin böcek bağırsak epitel dokusunu ve gıda metabolizmasını tahrip etmesidir (Zhan, 2017). Ayrıca larvaların tükettiği gıda maddelerindeki ağır metaller, besinin sindirilmesini, emilimini azaltır, dolayısıyla yeterince beslenmeyen larva, pupa ve erişkin ağırlıkları azalır (Baghban vd., 2014). Yetişkin ağırlığı, pupa ağırlığı ile pozitif korelasyon gösterir. Yapılan çeşitli çalışmalar diyet, larva yoğunluğu ve kimyasalların varlığının pupa ağırlığını ve dolayısıyla ortaya çıkan yetişkin kuru kütlelerini önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Pupalar ve ortaya çıkan yetişkinlerin kuru ağırlığı cesedin içinde buldukları durumun bir göstergesi olabilir (Bauer vd., 2020) Gelecekteki farklı ağır metallerin varlığında bu örüntünün devam edip etmediği araştırılmalıdır.

Yaptığımız çalışmada pupa ve larval ölüm oranı kurşun konsantrasyonu arttıkça artmıştır. En az erişkin sayısı konsantrasyon 4 (2 µg/g) olduğu besi yerinde görülmüştür. Çalışmamızla uyumlu olarak, Haq vd., (2012a) *M. domestica*, Heer & Singh, (2019) *C. megacephala*, Kökdener & Yılmaz, (2021) *L. sericata* ile yaptıkları çalışmalarda artan kurşun konsantrasyonunun larval ölüm oranını arttırdığını göstermişlerdir. Ayrıca Safae vd., (2014), *D. melanogaster* ile yaptıkları

çalışmada kurşun varlığının larvaların hayatta kalma potansiyelini azalttığını göstermişlerdir ve çalışmamızla uyumludur. Bunun olası nedeni besi yerindeki kurşun varlığının larvanın büyüme ve gelişimini olumsuz etkilemesidir (Al-momani & Massadeh, 2005; Roeterdink vd., 2004). Ağır metal varlığı böcekte protein ve lipid metabolizması için gerekli çok sayıda enzim yapısının bozulmasına neden olur. Yeterince beslenemeyen larva ve pupalar gelişim süreçlerini tamamlayamazlar, dolayısıyla erişkin ve pupa sayısı azalır (Baghban vd., 2014).

Sonuç olarak bu çalışmada, kurşunun, *M. domestica* 'nın yaşam döngüsünün olumsuz etkilediği görülmüştür. Larva gelişimi süresi, kurşun konsantrasyonlarının varlığında kontrol grubuna kıyasla kısalmış, ama pupal gelişim süreleri uzamıştır. Total gelişim süreleri kontrolle kıyaslandığında önemli bir artışa neden olmuştur (2-2,9 gün). Kurşuna maruz kalma, pupa, ve erişkin sayılarını, erişkin ağırlıklarında, olumsuz etkilemiştir. Bu parametrelerin, çevresel stresi izlemek için biyolojik belirteçler olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir.

M. domestica 'nın potansiyel adli değere sahip önemli bir sağlık zararlısı olduğu göz önüne alındığında, bu türe ait gelişimsel verilerin biyolojik ve ekolojik araştırmalar kadar adli araştırmalar içinde önemli olacağı kanaatindeyiz. İleride farklı kimyasal maddelerin, ve ağır metallerin *M. domestica* 'nın yaşamsal parametreleri üzerindeki etkisinin adli, biyolojik ve fizyolojik perspektiflerden araştırılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ahamed, M. & Siddiqui, M.K.J. (2007). Low level lead exposure and oxidative stress: Current opinions. *Clinica Chimica Acta*, **383**, 57-64.
- Ahmed, K.M. (2018). The effect of aqueous plant extracts of tobacco on Third larvae of house fly (*Musca domestica* L., (Diptera: Muscidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, **6**(3), 403-408.
- Al-Momani, F.A. & Massadeh, A. M. (2005). Effect of different heavy-metal concentrations on *Drosophila melanogaster* larval growth and development. *Biological Trace Element Research*. **108**, 271-277.
- Amendt, J., Krettek, R. & Zehner R. (2004). Forensic entomology. *Naturwissenschaften*, **91**, 51-65. DOI: [10.1007/s00114-003-0493-5](https://doi.org/10.1007/s00114-003-0493-5)
- Azam, I., Afsheen, S., Zia, A., Javed, M., Saeed, R., Sarwar, M.K. & Munir, B. (2015). Evaluating Insects as bioindicators of heavy metal contamination and accumulation near industrial area of Gujrat, Pakistan. *Biological Medical Research International*, **11**, 942751.
- Baghban, E., Mehrabani-Zeinabad, A. & Moheb, A. (2014). The effects of operational parameters on the electrochemical removal of cadmium ion from dilute aqueous solutions. *Hydrometallurgy*, **149**, 97-105.
- Bauer, A., Bauer A.M. & Tomberlin, J.K. (2020). Impact of diet moisture on the development of the forensically important blow fly *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae). *Forensic Science International*, **312**, 110333. DOI: [10.1016/j.forsciint.2020.110333](https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110333)
- Bhat, S.A., Cui, G., Li, W., Wei, Y. & Li, F. (2020). Effect of heavy metals on the performance and bacterial profiles of activated sludge in a semi-continuous reactor. *Chemosphere*, **241**, 125035.
- Boyd, R.S. (2009). High-nickel insects and nickel hyperaccumulator plants: a review. *Insect Science*, **16**, 19-31.
- Butt, A., Qurat-ul, A., Kanwal, R., Xaaceph, K.M. & Hesselberg, T. (2018). Bioaccumulation of cadmium, lead, and zinc in agriculture-based insect food chains. *Environmental Monitoring and Assessment*, **190**, 698. DOI: [10.1007/s10661-018-7051](https://doi.org/10.1007/s10661-018-7051)
- Chauhan, M., Solanki, M. & Nehra, K. (2017). Putative mechanism of cadmium bioremediation employed by resistant bacteria. *Jordan Journal of Biological Sciences*, **10**(2), 101-107.
- Diener, S., Zurbrügg, C. & Tockner, K. (2015). Bioaccumulation of heavy metals in the black soldier fly, *Hermetia illucens* and effects on its life cycle. *Journal of Insects as Food and Feed*, **1**(4), 261-270.
- Farooq, M. & Freed, S. (2014). Infectivity of housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) to different entomopathogenic fungi. *Brazilian Journal of Microbiology*, **110**, 1-10.
- Gall, J.E., Boyd, R.S. & Rajakaruna, N. (2015). Transfer of heavy metals through terrestrial food webs: a review. *Environmental Monitoring and Assessment*. **187**, 201. DOI: [10.1007/s10661-015-4436-3](https://doi.org/10.1007/s10661-015-4436-3)
- Ghannem, S., Touaylia, S. & Boumaiza, M. (2017). Beetles (Insecta: Coleoptera) as bioindicators of the assessment of environmental pollution, Human and ecological risk assessment. *An International Journal*, **24**(2), 456-464. DOI: [10.1080/10807039.2017.1385387](https://doi.org/10.1080/10807039.2017.1385387)
- Haq, R. (2013). Determination of lead acetate effects on heavy weight protein of *Musca domestica*. *Journal of Basic & Applied Sciences*, **9**, 286-290.
- Haq, R., Khan, M.F., Faheem, M., Rana, H. & Naqvi S.N.H. (2011). Effects of lead acetate on *Musca domestica*. *Pakistan Journal of Entomology Karachi*, **26**(1), 73-76.
- Haq, R., Khan, M.F., Haq, E. & Haq, R. (2012 a). Effects of lead acetate on morphology of *Musca domestica* L. (Muscidae: Diptera). *Pakistan Entomology*, **34** (1), 31-35.
- Haq, R., Khan, M.F., Haq, E. & Haq, R. (2012 b). Effects of lead acetate on morphology of *Musca domestica*

- L. (Muscidae: Diptera). *Journal of Basic and Applied Sciences*, **8**, 291-296.
- Heer, B.K. & Singh, D. (2019).** Effect of lead acetate on the development of *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae) and implications for estimating postmortem interval. *International Journal of Current Advanced Research*, **8**(5), 18588-18592.
- Hong-hua, S., Yong, Y., Yuan-yuan, Q., Zi-bo, Y., Yu-qing, C. & Yi-Zhong, Y. (2019).** Effects of lead stress on Vg expression in the beet armyworm over five successive generations. *Journal of Integrative Agriculture*, **18**(1), 134-142.
- Ilahi, I., Yousafzai, A.M., Haq, T.U., Rahim, A., Attaullah, M. & Naz, D. (2020).** Toxicity to lead, cadmium and copper in nymphs of three odonate species *Bioscience Research*, **17**(4), 2448-2464.
- Khan, H.A.Al., Shad, S.A. & Akram, W. (2012).** Effect of livestock manures on the fitness of house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Parasitol Research III*, 1165-1171. DOI: [10.1007/s00436-012-2947-1](https://doi.org/10.1007/s00436-012-2947-1)
- Kökdener, M. & Yilmaz, A.F. (2021).** The effects of gunshot residue components (Pb, Ba, and Sb) on the life history traits of *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology*, **58**(6), 2130-2137. DOI: [10.1093/jme/tjab123](https://doi.org/10.1093/jme/tjab123).
- Luo, M., Cao, H.M., Fan, Y.Y., Zhou, X.C., Chen, J.X., Chung, H. & Wei, H.Y. (2020).** Bioaccumulation of cadmium affects development, mating behavior, and fecundity in the asian corn borer, *Ostrinia furnacalis*. *Insects*, **11**, 7. DOI: [10.3390/insects11010007](https://doi.org/10.3390/insects11010007)
- Malecka, A., Jarmuszkiewicz, W. & Tomaszewska, B. (2001).** Antioxidative defense to lead stress in subcellular compartments of pea root cells. *Acta Biochimica Polonica*, **48**, 687-698.
- Posthuma, L. & Van Straalen, N.M. (1993).** Heavy-metal adaptation in terrestrial invertebrates: a review of occurrence, genetics, physiology and ecological consequences. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative*, **106**, 11-38.
- Rai, P.K., Lee, S.S., Zhang, M., Tsang, Y.F. & Kim, K.H. (2019).** Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment International*, **125**, 365-385. DOI: [10.1016/j.envint.2019.01.067](https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.067)
- Roeterdink, E.M., Dadour, I.R. & Watling, R.J. (2004).** Extraction of gunshot residues from the larvae of the forensically important blowfly *Calliphora dubia* (Macquart) (Diptera: Calliphoridae). *International Journal of Legal Medicine*, **118**, 63-70.
- Safaei, S., Fereidoni, M., Mahdavi, N.S., Haddad, F. & Mirshamsi, O. (2014).** Effects of lead on the development of *Drosophila melanogaster*. *Periodicum Biologorum*, **116**(3), 259-265,
- Shulman, M.V., Pakhomov, O.Y. & Brygadyrenko, V.V. (2017).** Effect of lead and cadmium ions upon the pupariation and morphological changes in *Calliphora vicina* (Diptera, Calliphoridae). *Folia Oecologica*, **44**(1), 28-37.
- Silva, E.I.T., Wilhelmi, B. & Villet, M.H. (2017).** Forensic entomotoxicology revisited - towards professional standardisation of study designs. *International Journal of Legal Medicine*, **131**, 1399-1412. DOI: [10.1007/s00414-017-1603-9](https://doi.org/10.1007/s00414-017-1603-9)
- Tchounwou, P.B., Yedjou, C.G., Patlolla, A.K. & Sutton, D.J. (2012).** Heavy metal toxicity and the environment. *Experientia supplementum*, **101**, 133-164. DOI: [10.1007/978-3-7643-8340-4_6](https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6)
- Tharindu, Y.B., Bambaradeniya, W.A., Karunaratne, I.P., Tomberlin, J.K., Goonerathne, I., Kotakadeniya, R.B. & Magni, P.A. (2019).** Effect of temperature and tissue type on the development of the forensic fly *Chrysomya megacephala* (Diptera:Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology*, **20**(10), 1-11. DOI: [10.1093/jme/tjz097](https://doi.org/10.1093/jme/tjz097)
- Thomas, J K., Sanford, M R., Longnecker, M. & Tomberlin, J K. (2016).** Effects of temperature and tissue type on the development of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae). *Journal of Medical Entomology*, **53**(3), 519-525. DOI: [10.1093/jme/tjw019](https://doi.org/10.1093/jme/tjw019)
- Tiana, L., Wang, X., Wang, X., Leib, C. & Zhu, F. (2018).** Starvation-, thermal- and heavy metal- associated expression of four small heat shock protein genes in *Musca domestica*. *Gene*, **642**(5), 268-276.
- Wang, Y., Yang, L., Zhang, Y., Tao, L. & Wang, J. (2018).** Development of *Musca domestica* at constant temperatures and the first case report of its application for estimating the minimum postmortem Interval *Forensic Science International* **285**, 172-180. DOI: [10.1016/j.forsciint.2018.02.004](https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.02.004)
- Xie, G., Zou, J., Zhao, L., Wu, M., Wang, S., Zhang, F. & Tang, B. (2014).** Inhibitional effects of metal Zn²⁺ on the reproduction of *Aphis medicaginis* and Its Predation by *Harmonia axyridis*. *Plos One*, **9**(2), e87639. DOI: [10.1371/journal.pone.0087639](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087639)
- Zhan, H., Zhang, J., Chen, Z., Huang, Y., Ruuhola, T. & Yang, S. (2017).** Effects of Cd²⁺ exposure on key life history traits and activities of four metabolic enzymes in *Helicoverpa armigera* (Lepidopteran: Noctuidae). *Chemistry and Ecology*, **33**(4), 325-338.



Zebra Midye (*Dreissena polymorpha*)'de Malathionun Akut Toksisitesi (LC₅₀)'nin Belirlenmesi [¹]

Neşe AKÇANAL ÖDÜN^{1*} Osman SERDAR²

¹Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Aydın, Türkiye

²Munzur Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Tunceli, Türkiye

Geliş Tarihi: 13.05.2022

Kabul Tarihi: 30.06.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atıf yapmak için: Akçanal Ödün, N. & Serdar, O. (2022). Zebra Midye (*Dreissena polymorpha*)'de Malathionun Akut Toksisitesi (LC₅₀)'nin Belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 269-273.

How to cite: Akçanal Ödün, N. & Serdar, O. (2022). Determination of Acute Toxicity (LC₅₀) of Malathion in Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 269-273.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-4495-184X>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-1744-8883>

*Sorumlu yazarın:
Neşe AKÇANAL ÖDÜN
Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Aydın,
Türkiye
✉: nese.akcanalodun@tarimorman.gov.tr

Öz: Sunulan çalışmada, zebra midye (*Dreissena polymorpha*) bireyleri, LC₅₀ değerlerinin belirlenmesi için, konsantrasyon düzeyleri farklı olan, malathion etken maddesini içeren pestisit bu organizma üzerindeki akut toksik etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla aralık belirleme ve deneysel tasarım kurgulanmıştır. Tüm deneyler (aralık belirleme dahil) 2 litre hacimli cam kaplar içerisine 1 litre su katılarak yapılmıştır. Her akvaryum içerisine, 10'ar adet *D. polymorpha* bireyi eklenerek, deneme çalışması hazırlanmıştır. LC₅₀ değerinin belirlenmesi için gözlem periyodu olarak, 24 saatlik zaman dilimindeki *D. polymorpha* bireylerinin canlılık durumları incelenerek kayıt altına alınmıştır. Canlılık özelliğini yitiren *D. polymorpha* bireyleri deneme ortamından çıkarılmıştır. Bu şekilde 3 tekrarlı olarak yürütülen çalışmada, malathion etken maddeli pestisit *D. polymorpha* için LC₅₀ değeri 120,11 ± 19,32 mg/l olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Letal konsantrasyon, malathion, pestisit, zebra midye.

Determination of Acute Toxicity (Lc₅₀) of Malathion in Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) [¹]

*Corresponding author:
Neşe AKÇANAL ÖDÜN
Aydın Provincial Directorate of Agriculture
and Forestry, Aydın, Turkey.
✉: nese.akcanalodun@tarimorman.gov.tr

Abstract: In the presented study, LC₅₀ values were determined from acute toxicity tests by exposing zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) individuals to different concentrations of pesticide containing malathion active ingredient. For this purpose, spacing and experimental design were established. All experiments (including determination of spacing) were carried out in 2 liter glass aquariums by placing 1 liter of water. For each concentration group, 10 zebra mussel *D. polymorpha* individuals were used. In order to determine the LC₅₀ value, the viability of the organisms was observed and recorded at 24-hour periods. *D. polymorpha* individuals that lost their vitality were removed from the aquarium and excluded from the study. The study was carried out in 3 replications and the LC₅₀ value of malathion active ingredient pesticide for *D. polymorpha* was determined as 120.11 ± 19.32 mg/l.

Keywords: Lethal concentration, malathion, pesticide, zebra mussel.

GİRİŞ

Tarım ve endüstriyel faaliyetler sonucu, ekosisteme zarar verecek düzeyde çevreye kimyasal salınımı gerçekleşmektedir. Pestisitler de bu kimyasallardan bir tanesini oluşturmaktadır. Pestisitler tarımda, birim alan verimliliğini maksimum düzeye çıkartmak için, zararlılarla (bitki, böcek, mantar vs.) mücadelede kullanılmaktadır.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte; son zamanlarda kullanılan pestisitler, sucul canlılar ve insanlar başta olmak üzere birçok hedef dışı organizmalar üzerinde toksik etki etmektedir. Toprak yüzeyine temas eden zirai ilaçların; yağışlarla yıkanması, durgun ya da akarsulara; tarımsal ilaç endüstri atıklarının deşarjı ve atık zirai ilaç ambalajlarının su kaynakları ile temas etmesiyle pestisitler sulara girmektedir. Akuatik ekosisteme giren pestisitler, akuatik flora ve fauna üzerinde olumsuz etkiye yol açmaktadır (Amdur vd., 1991).

[¹] Bu makale, Neşe AKÇANAL ÖDÜN'ün doktora tezinin bir kısmından üretilmiştir.

This manuscript was produced from a part of Neşe AKÇANAL ÖDÜN's doctoral thesis.

Teknolojinin gelişmesinin yanında ekonomik, sosyal ve kültürel alanlardaki değişimler insanların hayatında etkili olmuştur. Bu değişimlerin süregelmesi ile birlikte hava, toprak ve su kirliliği problemleri de insanların etkisiyle hızla artmaktadır. Su kirliliğinin en büyük nedenleri arasında tarımsal kirleticiler, kanalizasyon deşarjları, sanayi atıkları ve diğer kirleticiler bilinçsiz olarak su ortamına bırakılması gösterilebilir. Akarsu kirliliğinin ise %50'lik bir kısmını zirai maddeler meydana getirmektedir (Cook vd., 1995; Alberdi vd., 1996; Çelikel, 2011).

Pestisitlerin su ortamına bulaşma yolları genellikle yağışlar, rüzgâr, yüzey akışları, drenaj ve sulama suları vasıtası ile gerçekleşmektedir. Bununla birlikte akuatik canlılara veya su kanallarında yaşayan bitkilere karşı yapılan ilaçlamalarla, yerleşim bölgelerinde kanalizasyon ve lağım sularına karışmasıyla ve pestisit üretim artıklarının deşarjı ile girdi oluşturmaktadır. Ayrıca doğrudan suya yapılan uygulamalar sonucunda (örneğin sivrisinek mücadelesinde) pestisitler su bitkileri veya dip çamurları tarafından tutulurlar (Atamanalp & Yanık, 2001).

Organik fosforlu bileşikler grubunda yer alan malathion; böcek ve haşereleri öldürmek için günlük ve zirai alanda kullanımı yaygın olan bir insektisittir. Yararları ile birlikte insanların yanı sıra tüm ekosistem üzerinde zehirlenme şeklinde istenmeyen tehlikeli etkisi de mevcuttur (Tuğyan vd., 2005).

Tüm çevresel kirleticiler sucül organizmalarda oksidatif stresi arttırabilmektedir. Ksenobiyotiklerin organizmaların hücrelerinde ve dokularında oksidatif stresi teşvik ettiği saptanmıştır (Campana vd., 2003), çevre kirleticileri ve oksidatif stresin artışı sonucu, organizmalarda doku hasarlarında artış gerçekleştiği belirtilmiştir. Organizmalardaki hastalık lezyonlarının olası kaynakları stres ve enzim düzeyindeki değişikliklerin olduğu belirtilmiştir (Isamah vd., 2000).

Toksikoloji, fiziksel veya kimyasal etmenlerin canlı organizmalar üzerindeki zarar ve tahrip edici etkilerini inceler. Bu bağlamda akuatik toksikoloji testlerinin amacı sucül canlılar üzerinde herhangi bir maddenin hangi konsantrasyonda organizmalara zarar verip vermediğini belirlemektir (Karataş, 2005).

Zebra midyesi (*Dreissena polymorpha*)'nin dağılım alanları Doğu Avrupa, Kuzey Amerika ve Batı Asya'dır (Kinzelbach, 1992). Zebra midyesinin istilacı davranışı yaygın kullanımında dezavantaj olarak görülmektedir. Bu belirgin dezavantaj biyo-izleme ve toksik etki değerlendirmesi çalışmalarında hem istilacı, hem de çok sayıda ve geniş dağılım gösteren *D. polymorpha*'nın örneklenmesiyle yerli türlerin korunmasının sağlanabilmesi için önemli nedenlerden birini temsil edebilir (Binelli vd., 2015). Bu nedenle

çalışmanın canlı materyali olarak Zebra midyesi (*D. polymorpha*) seçilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Aralık Belirleme Deneyleri: Çalışmanın canlı materyalini oluşturan midyeler, Fırat Nehri (Keban Baraj Gölü çıkışı, koordinatlar: 38°48'11.2"K 38°43'42.5"D)'nden toplanmıştır. Model canlılar el yordamıyla toplanarak alınmıştır (Şekil 1). Toplanan model canlı, plastik bidonlarla hızlı bir şekilde ortamı ayarlanmış fiber tanklara yerleştirilmiştir.



Şekil 1. Model canlıların araziden toplanması.
Figure 1. Collection of model organisms from the field.



Şekil 2. Model organizma stok tanklarına yerleştirilmesi.
Figure 2. Placement of model organisms in stock tanks.

Laboratuvar koşullarına en az 1 ay süre ile adapte edilen model canlı için çalışma kapsamında akut letal konsantrasyon (LC₅₀) değerleri için öncelikle aralık belirleme testleri yapıldı. Yapılan aralık belirleme testlerinde cam kapların her birine 10'ar adet *D. polymorpha* bireyi konulmuştur. Aralık belirleme deneyleri sonrasında malathion etken maddeli pestisit LC₅₀ deneylerinde uygulanmak üzere konsantrasyon aralıkları belirlenmiştir.

Letal Konsantrasyon (LC₅₀)'un Belirlenmesi:

Çalışmada denemeler için 2 litre hacimli cam akvaryumlar kullanılmıştır ve her akvaryuma 10 adet *D. polymorpha* konulmuştur. Aralık belirleme deneyleri sonuçlarına göre malathion etken maddeli pestisit için deneme dizaynı (C₀ (kontrol 0,0 mg/l) , C₁ (0,1 mg/l), C₂ (1,0 mg/l), C₃ (10,0 mg/l), C₄ (100,0 mg/l) ve C₅ (200,0 mg/l)) konsantrasyonları belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Malathion için belirlenen deney tasarımı ve konsantrasyonları.
Table 1. Experimental design and concentrations of determined for malathion.

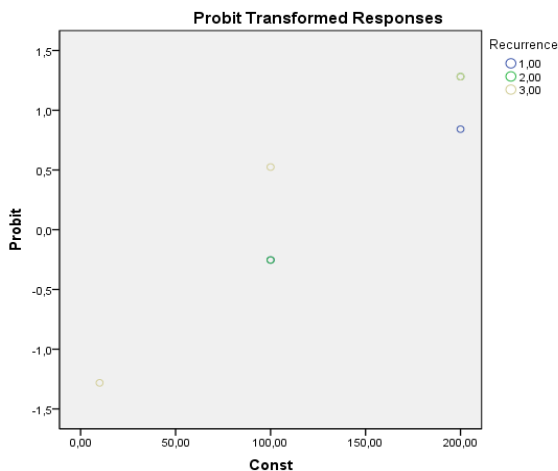
Tekerrür	Uygulama Grupları (mg/l)					
	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
I	0,0	0,1	1,0	10,0	100,0	200,0
II	0,0	0,1	1,0	10,0	100,0	200,0
III	0,0	0,1	1,0	10,0	100,0	200,0

LC₅₀ deneyleri 96 saat sürede statik olarak yürütülmüştür (OECD, 2004) . Her deneyde 24 saatlik periyotlarda ölü bireyler sayılarak tespit edilmiş ve deney ortamından uzaklaştırılmıştır. Deney süresince canlılara yemleme yapılmamıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Letal konsantrasyon belirleme çalışmaları.
Figure 3. Lethal concentration determination studies.

İstatistiksel Analiz: Tüm deneysel çalışmalar 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. LC₅₀ değerleri SPSS 24 paket programı Probit analizi ile belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Malathion pestisitinin *D. polymorpha*'da probit analiziyle belirlenen logaritmik verileri.
Figure 4. Logarithmic data of malathion pesticide as determined by probit analysis in *D. polymorpha*.

BULGULAR

Malathion İnektisitinin LC₅₀ Değeri: Yapılan çalışmada malathion etken maddeli pestisit *D. polymorpha* üzerindeki LC₅₀ değeri 3 tekrarlı olarak belirlenmiş olup ortalama değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Malathion etken maddeli pestisitine ait LC₅₀ ortalama değeri 120,11±19,32 mg/l, alt bant seviye ortalama değeri 90,63±17,12 mg/l ve üst bant seviye ortalama değeri ise 152,50±20,78 mg/l olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Malathion etken maddeli pestisite maruz bırakılan *D. polymorpha*'ya ait LC₅₀ değerleri.

	LC ₅₀ Değerleri		
	LC ₅₀ (mg/l)	Alt Seviye (mg/l)	Üst Seviye (mg/l)
I.Tekerrür	135,36	104,51	168,40
II. Tekerrür	126,59	95,88	160,12
III. Tekerrür	98,39	71,50	128,97
Ortalama	120,11±19,32	90,63±17,12	152,50±20,79

TARTIŞMA VE SONUÇ

Son yıllarda tarım ve hayvancılıkta verimi arttırmak için kullanılan pestisit ya da insektisitlerin kullanma amacının dışında kalan ve hedef olmayan gerek karasal ve gerekse sucul canlılara en düşük miktarlarda dahi zarar verdiği yapılan bilimsel çalışmalarda ortaya konulmuştur. Bu amaçla tarımda zirai ilaç olarak kullanılan malathion insektisitinin *D. polymorpha* üzerindeki akut toksisitesi araştırılmıştır.

Pestisitlerin hedef dışı canlılar üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Bu araştırmacılardan Köprücü ve Aydın, (2004) deltamethrin pestisitinin; Aydın ve Köprücü, (2005) diazinon pestisitinin; Aydın vd., (2005) cypermethrin pestisitinin *Cyprinus carpio*'nun larva ve embriyosunda akut toksisitesini tespit etmişlerdir. Ural ve Köprücü, (2006) dichlorvos pestisitinin *Silurus glanis* yavrularına olan akut toksisitesini incelemişlerdir. Farklı balık türlerinde gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda, uygulama konsantrasyonlarında ölme ya da yaşamlarının olumsuz etkilenmesi bakımından tam bir benzerlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Çimen, (2011) *Daphnia magna* (su piresi) yavrularında 24, 48, 72 saatlik olarak Aroclor 1242 (PCB 1242)'nin akut toksisitesi üzerinde araştırmada bulunmuştur. Çalışma süresince *D. magna* yavrularına besin verilmeyerek, deney ortamı sabit tutulup, ortam havalandırması yapılmamıştır. Beş farklı konsantrasyona Aroclor 1242 (PCB 1242)'nin *D. magna* yavruları 72 saat süre ile üç tekrarlı olarak maruz bırakılmışlardır. 1,2 µg/l, 1,4 µg/l, 1,6 µg/l, 1,8 µg/l ve 2,0 µg/l konsantrasyonlarında çalışılmıştır. Çalışılan kimyasalın yavru davranışları ve ölüm oranları incelenmiştir. *D. magna* yavrularındaki Aroclor 1242'nin 72 saatlik akut toksite belirtileri, yüzmede azalma, karapaks deformu ve ölüm olmuştur.

Cold ve Forbes, (2004) Piretroid pestisit uygulamalarının *G. pulex*'in yaşama oranı ve üremesine etkisini araştırmıştır. Kullanımı yaygın olan esfenvalerate pestisitine maruz kalan konsantrasyonlarında *G. pulex*'in yaşam süresini ve üremeleri etkilediğini belirlemiştir. Lukancic vd., (2009), *Asellus aquaticus* ve *G. fossarum*'u iki farklı pestisite maruz bırakılıp fizyolojik durumları üzerine yaptıkları çalışmada; her ikisi de yüksek Solunum (R) seviyeleri ve Elektron Aktarım Sistemi (ETS) aktivitesi ile kısa süreli maruziyete tepki göstermiştir. Her iki test *G. fosilinin A. aquaticus*'a göre kısa süreli pestisit maruziyetine daha fazla duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Yordonova vd., (2009) *Daphnia magna* için 24 saatlik LC₅₀ değerini 0,3 µg/l, 48 saatlik EC₅₀ değerini 0,8 µg/l olarak belirtmişlerdir. Demirci, (2018) organik ksenobiyotik olan neonikotinoit pestisitlerden asetamiprit ve imidakloprit'in *G. kischineffensis* üzerine akut toksik etkisini araştırmak için, 48, 72 ve 96 saatlik LC₅₀ değerleri belirlemiştir. Konsantrasyon aralığında; asetamiprit için LC₅₀ değeri 72 ve 96 saat olarak 1,687 ve 0,517 µg/l; imdakloprit için 48, 72 ve 96 saatteki LC₅₀ değeri 9764,4, 4546,7 ve 1560,9 µg/l olarak kullanılması belirlenmiştir. Tatar vd., (2019) yaptıkları çalışmada kongo kırmızısına maruz bırakılan *G. pulex*'te bazı biyokimyasal yanıtların belirlenmesini amaçlamışlardır. Kongo kırmızısının subletal konsantrasyonları belirlemek için *G. pulex*'te LC₅₀ değerini hesaplamışlardır. Şahinkuşu, (2018) içeriği malathion olan insektisitinin farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Gammarus pulex* (L., 1758) üzerindeki 24 saatlik akut toksisitesinin (LC₅₀) belirlediği çalışmada, LC₅₀ değerleri ortalama 1,58 ± 0,56 mg/l, alt seviye değeri 0,47 ± 0,17 mg/l, üst seviye değeri ise 5,46 ± 2,18 mg/l olarak tespit etmiştir. Serdar vd., (2021a) yaptıkları çalışmada *D. polymorpha*'da ticari insektisit olan Beta-Cyfluthrin (β-CF)'nin bazı biyokimyasal yanıtları araştırmak için β-CF'nin *D. polymorpha* üzerindeki 96 saatlik LC₅₀ değerini 0,51 mg/L olarak belirlemiştir. Serdar vd., (2021b) Gadoliniumun nadir toprak elementinin tatlı su omurgasız *D. polymorpha* üzerindeki biyokimyasal etkilerini araştırmada uygulama konsantrasyonlarını saptamak için söz konusu materyalin *D. polymorpha* üzerindeki LC₅₀ değerlerini belirlemiştir. Serdar, (2021) yaptığı başka bir çalışmada, *D. polymorpha*'da ticari insektisit olan Cyfluthrin (CFT)'nin bazı biyokimyasal yanıtlarını araştırmış ve CFT'nin *D. polymorpha* üzerindeki 96 saatlik LC₅₀ değerini 0,55 ± 0,028 mg/L olarak hesaplanmıştır. Akut toksiste testleri yukarıda verilen literatür bilgisinde olduğu gibi birçok bilimsel çalışmada organizmaların toksik etki değerlerinin ve canlılarda öldürücü konsantrasyonun belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada da malathion etken maddeli pestisitinin farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *D.*

polymorpha'da LC₅₀ değeri belirlenmiştir. Akut toksiste deneylerinden letal konsantrasyon miktarları deneysel ortamda hesaplanmıştır. Yukarıda verilen literatür bilgisine benzer şekilde hedef dışı sucul bir organizma olan *D. polymorpha*'da, düşük sayılabilecek konsantrasyonlarda ki malathion pestisitinin akut toksik etki yaptığı saptanmıştır. Elde edilen bulgular *D. polymorpha*'nın malathion etken maddeli ksenobiyotik maddeye maruz kalması yönüyle literatür bilgisine benzerlik göstermektedir.

Tarımsal alanlarda kullanılan pestisitler, çeşitli yollarla sulara karışarak, yaşamın kaynağı olarak nitelendiğimiz suları kirletmektedir. Balıklar başta olmak üzere, suyu süzerek beslenen midyeler gibi ekolojik dengede önemli rol oynayan birçok sucul canlıların metabolizmasına pestisit girişi olmaktadır. Bu pestisit girişi balık, midye vb. sucul organizmaları besin kaynağı olarak tüketen başta insan olmak üzere besin zincirine negatif etki etmektedir.

Bu olumsuz etkileri en aza indirmek için pestisit kullanımında kontrol sağlanarak, çiftçilere eğitim verilmelidir. Gereklik durumunda, pestisitlerin en az toksik olanı tercih edilmelidir. İlaçlama yapılırken kontrollü bir şekilde olmasına dikkat edilerek, su kaynaklarına ulaşımı engellenmelidir. Pestisit ile temas eden kaplar ve aletlerin, sucul kaynaklar ile teması hususunda maksimum düzeyde dikkat edilmelidir. Bu alet ve kaplar imha edilerek, çevreye bırakılmamalıdır. Bununla birlikte su kaynaklarından belirli aralıklarla örnekler alınarak analizleri yapılmalıdır.

Sonuç olarak doğaya ve insana verdiği zararlar konusunda, pestisitler ile ilgili bilimsel çalışmalara önem verilerek, artırılması gerekmektedir. Yaşamın kaynağı suyun önemi göz önüne alındığında, tüm canlılara doğrudan ve dolaylı yönde olumsuz etki oluşturmaması için araştırma, önlem ve eğitimlere önem verilerek, gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Alberdi, J.L., Saenz, M.E., Di Marzio, W.D. & Tortorelli, M.C. (1996).** Comparative acute toxicity of two herbicides, paraquat and glyphosate to *Daphnia magna* and *D.spinulata*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 57, 229-235.
- Amdur, M.O., Doull, J. & Klassen C.D. (1991).** *Casarett and Doull's Toxicology: The basic science of poisons*, Pergamon Press, New York 1033, 565-623.
- Atamanalp, M. & Yanik, T. (2001).** Pestisitlerin Cyprinidae'lere toksik etkileri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18(3-4); 555-563.
- Aydın, R. & Köprücü, K. (2005).** Acute toxicity of diazinon on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos

- and larvae, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **82**, 220-225.
- Aydın, R., Köprücü, K., Dörücü, M., Köprücü, S.Ş. & Pala, M. (2005).** Acute toxicity of synthetic pyrethroid cypermethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. *Aquaculture International*, **13**(5), 451-458.
- Binelli, A., Della Torre, C., Magni, S. & Parolini, M. (2015).** Does zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) represent the freshwater counterpart of *Mytilus* in ecotoxicological studies? A critical review, *Environmental pollution*, **196**, 386-403.
- Campana, O., Sarasquete, C. & Blasco, J. (2003).** Effect of Lead on ALA-D Activity, Metallothionein Levels, and Lipid Peroxidation in Blood, Kidney, and Liver of the Toadfish *Halobatrachus didactylus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **55**, 116-125.
- Cold, A. & Forbes V.E. (2004).** Consequences of a short pulse of pesticide exposure for survival and reproduction of *Gammarus pulex*. *Aquatic Toxicology*, **67**(3), 287-299.
- Cook, J.L., Baumann, P., Jackman, J.A. & Stevenson, D. (1995).** Pesticide Characteristics that affect water quality. *Farm Chemicals Handbook '95*. MeisterPublishing Co., Willoughby, OH. 429s.
- Çelikel, Y. (2011).** Alpha-Cypermethrin'in *Daphnia magna* (Straus 820) (Cladocera, Crustacea) Üzerine akut toksik etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 57s.
- Çimen D., (2011).** Aroclor1242'nin *Daphnia Magna* Starus, 1820 (Su Piresi) Üzerine 72 saatlik Akut Toksikite Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demirci, Ö. (2018).** İmidakloprit ve Asetamiprit'in *Gammarus kischineffensis* (Amphipoda:Crustacea) Üzerine Akut Toksik Etkisinin Değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi / Iğdır Univ. Journal of Institute of Science and Technology*, **8**(3), 85-92.
- İsamah, 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.
- Karataş, M., (2005).** Balık biyolojisi araştırma yöntemleri. Nobel Yayınları (772 s 498).
- Kinzelbach, R. (1992).** The main features of the phylogeny and dispersal of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *The zebra mussel Dreissena polymorpha*, **4**, 5-17.
- Köprücü, K. & Aydın, R. (2004).** The toxic effects of pyrethroid deltamethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae, *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **80**, 47-53.
- Lukancic, S., Zibrat, U., Mezek, T., Jerebic, A., Simcic, T. & Brancelj, A. (2009).** Effects of exposing two non-target crustacean species, *Asellus aquaticus* L., and *Gammarus fossarum* Koch., to atrazine and imidacloprid. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **84**(1), 85.
- OECD, (2004).** *Daphnia* sp., Acute Immobilisation Test, OECD Guidelines for Testing of Chemicals, No. 202, OECD, Paris.
- Serdar, O. (2021).** Determination of the Effect of Cyfluthrin Pesticide on Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) by Some Antioxidant Enzyme Activities. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **6**(1), 77-83.
- Serdar, O., Aydın, R., & Söylemez, H. (2021a).** Effect of Beta-Cyfluthrin Pesticide on Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*). *International Journal of Pure and Applied Sciences*, **7**(3), 462-471.
- Serdar, O., Yıldırım, N., Tatar, Ş. & Yıldırım, N.C. (2021b).** Gadoliniumun Tatlı Su Omurgasız *Dreissena polymorpha* Üzerindeki Biyokimyasal Etkileri. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, **7**(2), 229-236.
- Şahinkuşu F. (2018).** Malathion İnsektisinin *G.pulex*(L.,1758) Üzerine Akut Toksikitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tunceli, 33s.
- Tatar, Ş., Serdar, O. & Yıldırım, N.C. (2019).** Kongo kırmızısına maruz bırakılan tatlı su Amphipodu *Gammarus pulex*'in Antioksidan ve detoksifikasyon sistemindeki değişiklikler. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **4**(2), 76-81.
- Tuğyan, K., Tuğyan, N., Erbil, G. & Buldan, Z. (2005).** Malathion'un böbrek üzerine etkilerinin ultrastrüktürel incelenmesi: deneysel çalışma, *Türkiye Ekopatoloji Dergisi*, **11**(2), 51-57.
- Ural, M.S. & Koprucu, S.S. (2006).** Acute toxicity of dichlorvos on fingerling European catfish, *Silurus glanis*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **76**(5), 871-876.
- Yordanova, V., Stoyanova, T., Traykov, I. & Boyanovsky, B. (2009).** Toxicological Effects of Fastac Insecticide (Alpha-Cypermethrin) to *Daphnia Magna* and *Gammarus pulex*. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, **23**(sup1), 393-395.



Contribution to the Knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) Fauna of Iğdır Province the East of Türkiye

Yeşim BULAK KORKMAZ* Saliha ÇORUH

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 25240, Erzurum, TURKEY

Geliş/Received: 11.05.2022

Kabul/Accepted: 02.08.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Bulak Korkmaz, Y. & Çoruh, S. (2022). Contribution to the Knowledge of the Ichneumonidae (Hymenoptera) Fauna of Iğdır Province the East of Türkiye. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 274-280.

Atıf yapmak için: Bulak Korkmaz, Y. & Çoruh, S. (2022). Türkiye'nin Doğusunda Yer Alan Iğdır İlinden Ichneumonidae (Hymenoptera) Türlerine Katkılar. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 274-280.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2645-5391>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6822-6677>

*Corresponding author's:
Yeşim BULAK KORKMAZ
Atatürk University, Faculty of Agriculture,
Department of Plant Protection, 25240,
Erzurum, Türkiye.
✉: yesim.bulak@atauni.edu.tr

Abstract: The survey was conducted during the period 2013-2016. A total of eight species belonging to subfamily Campopleginae, Cryptinae, Diplazontinae, Ichneumoninae, Pimplinae and Tryphoninae have been listed. The material of the family Ichneumonidae collected from Iğdır of Eastern Türkiye. Besides, *Diadegma elishae* (Bridgman, 1884), *Diadegma mediterraneum* (Constantineanu, 1930), *Lysibia nana* (Gravenhorst, 1829), *Promethes sulcator* (Gravenhorst, 1829), *Ichneumon confusor* Gravenhorst, 1820 and *Tryphon (Tryphon) atriceps* Stephens, 1835 are reported for the first time from Iğdır. In addition, *Diadegma elishae* (Bridgman, 1884) and *Ichneumon confusor* Gravenhorst, 1820 are second exact locality both Eastern Anatolia Region and Türkiye. A short zoogeographical characterization and associated plants data of the specimens collected are given for each species.

Keywords: Hymenoptera, ichneumonidae, ığdır, Türkiye.

Türkiye'nin Doğusunda Yer Alan Iğdır İlinden Ichneumonidae (Hymenoptera) Türlerine Katkılar

*Sorumlu yazar:
Yeşim BULAK KORKMAZ
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki
Koruma Bölümü, 25240, Erzurum, Türkiye
✉: yesim.bulak@atauni.edu.tr

Öz Bu çalışma 2013-2016 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmada Campopleginae, Cryptinae, Diplazontinae, Ichneumoninae, Pimplinae ve Tryphoninae altfamilyalarına ait sekiz tür tespit edilmiştir. Ichneumonidae örnekleri Türkiye'nin en doğusunda yer alan Iğdır ilinden toplanmıştır. Tespit edilen *Diadegma elishae* (Bridgman, 1884), *Diadegma mediterraneum* (Constantineanu, 1930), *Lysibia nana* (Gravenhorst, 1829), *Promethes sulcator* (Gravenhorst, 1829), *Ichneumon confusor* Gravenhorst, 1820 ve *Tryphon (Tryphon) atriceps* Stephens, 1835 ise Iğdır ili için yeni kayıt niteliğindedir. Ayrıca *Diadegma elishae* (Bridgman, 1884) ve *Ichneumon confusor* Gravenhorst, 1820 hem Türkiye hem de Doğu Anadolu bölgesi için ikinci kayıt olarak verilmiştir. Toplanan her tür için kısa bir zoocoğrafik dağılımı, incelenen materyal ve toplandığı bitki türleri verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hymenoptera, ichneumonidae, ığdır, Türkiye.

INTRODUCTION

Insects have lived on the earth longer (400 million years) and adapt to changes. It has long been recognized and documented that insects are the most diverse group of organisms, meaning that the numbers of species of insects are more than any other group. The Insecta with 1.070.781

species are the most successful group, and it alone accounts for over 80% of all arthropods (Zhang, 2013).

Hymenoptera is the third largest order of insects, comprising the sawflies, wasps, bees, and ants and over 150.000 species of hymenoptera have been recognized (Klopstein et al., 2013). Collectively, Hymenoptera are

most important to humans as pollinators of wild and cultivated flowering plants, as natural enemies (Predator, parasite and parasitoids) of destructive insects and as makers of honey. The Hymenoptera places an important role in biological control of insect pest as 75% of the total species are parasitoids and predators (Begon et al., 1996; Carlo et al., 2009; Sulanç, 2021).

The Ichneumonidae, also known as the ichneumon wasps, Darwin wasps, or ichneumonids, are a family of parasitoid wasps of the insect order Hymenoptera. Ichneumonidae are one of the most diverse groups within the Hymenoptera with approximately 25.285 species currently described. (Yu et al., 2016).

Studies on Ichneumonidae of Türkiye have gained acceleration in recent years. Çoruh et al., (2013), reported 975 species in 282 genera for Türkiye Ichneumonidae fauna. Now, the number of Ichneumonidae species has reached 1439 with valuable studies: Çaylak & Çoruh, 2020a, b; Çoruh, 2018; Çoruh et al., 2018; Çoruh et al., 2019; Çoruh, 2019a, b; Çoruh, 2022; Çoruh et al., 2022; Çoruh & Riedel, 2022; Doğru, 2022; İnciklioğlu, 2022; Kiraç & Gürbüz, 2020; Kolarov et al., 2017; Kolarov et al., 2020; Kolarov et al., 2021; Kolarov & Çoruh, 2022; Narmanlıoğlu & Çoruh, 2017; Özdan & Gürbüz, 2019; Riedel et al., 2018; Sarı & Çoruh, 2018; Vas 2019a, b; Schwarz, 2020, Teymuroğlu, & Çoruh, 2021, Yurtcan et al., 2021).

The purpose of this study is to identify the Ichneumonidae species collected from Eastern corner of Türkiye, to make this data available to researchers and relevant people and to contribute the biodiversity.

MATERIAL AND METHOD

Study area: This study was conducted in Iğdır Province, located in Eastern of Türkiye Figure 1 and it has a microclimate with a continental climate close to the Mediterranean climate. Iğdır Plain altitudes range from 817 to 1662 m. samples were collected from *Prunus armeniaca* L. and *Malus domestica* L. orchards during the seasons of spring and summer of 2013-2016.

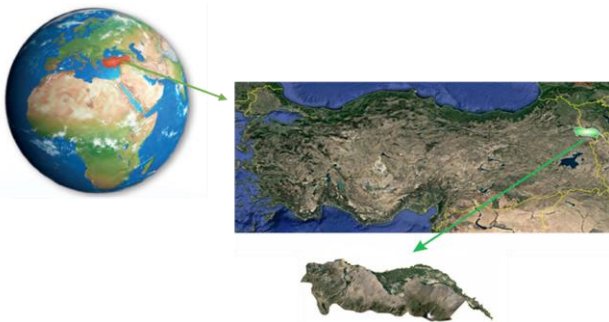


Figure 1. Location of study area.

Sampling method: The specimens were collected between April and August. Sweeping nets were used to obtain samples on fruit orchards.

The collected specimens were killed with ethyl acetate and prepared and labeled according to taxonomic rules and regulations. All examined material was collected by first author and determined by second author and deposited in the Entomology Museum Erzurum, Türkiye (EMET). General distributions and associated plants of the species were taken from Yu et al. (2016). Additionally different distributions information on the species is summarized in Table 1 and 2.

RESULTS AND DISCUSSION

We here report 17 samples belonging to eight species seven genera for Iğdır, *Diadegma elishae* (Bridgman, 1884), *Diadegma mediterraneum* (Constantineanu, 1930), *Lysibia nana* (Gravenhorst, 1829), *Promethes sulcator* (Gravenhorst, 1829), *Ichneumon confusor* Gravenhorst, 1820 and *Tryphon (Tryphon) atriceps* Stephens, 1835 are reported for the first time from Iğdır.

Subfamily Campopleginae Förster, 1869

Diadegma elishae (Bridgman, 1884)

General distribution: Eastern Palaearctic, Europe and Western Palaearctic Regions.

Distribution in Türkiye: Kars (Çoruh et al., 2005; Çoruh et al., 2014).

Material examined: Iğdır, Melekli, 854 m, 39°95.894' N 044°90.576' E, 06.V.2014, ♀, Tuzluca, İncesu, 1039 m, 40°06.855' N 043°25.366'E, 29.IX.2013, ♀.

Associated plants: Unknown.

Remarks: New locality record for Iğdır and second exact locality from Türkiye. This species collected on *Prunus armeniaca* L.

Diadegma mediterraneum (Constantineanu, 1930)

General distribution: Europe and Western Palaearctic Regions.

Distribution in Türkiye: Bursa Erzincan, Erzurum and Kahramanmaraş (Çaylak & Çoruh, 2020b; Çoruh et al., 2005, 2014, 2016; Kolarov & Beyarslan 1995).

Material examined: Iğdır, Tuzluca, Üçkaya, 1505 m, 39°95.896' N 043°326.915' E, 31.VIII.2013, ♂, Aralık, Köprüler, 817 m, 39°52.698' N 044°30.710' E, 02.X.2013, ♂, Oba, 902 m, 39° 57.400' N 043°59.782' E, 26.VII. 2016, ♂, Tuzluca, Küçükova, 1662 m, 39°56.902' N 043°40.638' E, 13.VII.2015, ♂, Tuzluca, Gaziler, 1034 m, 40°06.131' N 43°28.624' E, 03.X. 2013, ♂.

Associated plants: Unknown.

Remarks: This species collected on *Prunus armeniaca* L. and new locality record for Iğdır.

Subfamily Cryptinae Kirby, 1837

***Lysibia nana* (Gravenhorst, 1829)**

General distribution: Eastern Palaearctic, Europe, Nearctic, Oceanic, Oriental and Western Palaearctic Regions.

Distribution in Türkiye: Adana, Aydın, Balıkesir, Bursa, Edirne, Isparta, Istanbul, and İzmir (Çoruh et al., 2014, Çoruh, 2019a; Fahringer, 1922; Gürbüz & Kolarov, 2008; Kolarov, 1995; Kolarov & Beyarslan, 1994; Kolarov et al., 1997b; Kolarov et al., 2002), Erzincan, Gümüşhane (Alaserhat & Güçlü, 2020); Erzurum (Özbek & Çoruh, 2012).

Material examined: Iğdır, Oba, 902 m, 39° 57.400' N 043°59.782' E, 26.VII.2016, 2 ♂♂, Akyumak, 866 m, 39° 59.109' N 044° 03 545 E, 19.VIII.2014, ♀.

Associated plants: *Aegopodium podagraria*, *Alnus glutinosa*, *Larix europaea*, *Larix polonica*, *Oryza sativa*.

Remarks: This species both new exact locality from Eastern Anatolia and new record for Iğdır. Besides this species collected on *Prunus armeniaca* L. and *Malus domestica* L.

Subfamily Diplazontinae Viereck, 1918

***Promethes sulcator* (Gravenhorst, 1829)**

General distribution: Eastern Palaearctic, Europe, Nearctic, Oriental and Western Palaearctic Regions.

Distribution in Türkiye: Ankara, Çankırı, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Konya, (Özdemir, 2001); Edirne, Tekirdağ (Yurtcan et al., 1999); Ardahan, Erzurum (Çoruh, 2011; Çoruh et al., 2014); Afyon, Antalya, Isparta, Kahramanmaraş, Mersin, Muğla (Kolarov, 2015).

Material examined: Iğdır, Melekli, 858 m, 39°56.444' N 044°05.442' E, 10.VIII.2015, ♂, Çalpala, 894 m, 40°01.021' N 043°52.035' E, 31.VIII.2013, ♂.

Associated plants: *Angelica sylvestris*, *Oryza sativa*, *Phragmites australis*, *Picea abies*, *Picea excelsa*, *Poa pratensis*, *Triticum aestivum*.

Remarks: This species collected on *Prunus armeniaca* L. and new locality record for Iğdır.

Subfamily Ichneumoninae Latreille, 1802

***Ichneumon confusor* Gravenhorst, 1820**

General distribution: Eastern Palaearctic, Europe and Western Palaearctic Regions.

Distribution in Türkiye: Kars (Çoruh et al., 2014; Çoruh, 2017; Riedel et al., 2010).

Material examined: Iğdır: Tuzluca, Egrekdere, 1216 m, 40°00.599' N 043°38.637' E, 13.VII.2016, ♀.

Associated plants: *Chaerophyllum aromaticum*, *Chaerophyllum bulbosum*, *Crataegus oxyacantha*, *Daucus carota*, *Deschampsia cespitosa*, *Fagus sylvatica*, *Ferulago*

sylvatica, *Heracleum sphondylium* and *Peucedanum oreoselinum*.

Remarks: New locality record for Iğdır and second exact locality from Türkiye. This species collected on *Prunus armeniaca* L.

Subfamily Pimplinae Wesmael, 1845

***Itopectis viduata* (Gravenhorst, 1829)**

General distribution: Eastern Palaearctic, Europe, Nearctic and Western Palaearctic Regions.

Distribution in Türkiye: Ankara (Kolarov et al., 1997a; Özdemir & Özdemir 2002); Bursa (Kolarov et al., 1997a); Bitlis, Erzincan, Erzurum, Iğdır, Kars (Çoruh, 2005; Çoruh, 2010; Çoruh, 2016; Çoruh & Kolarov, 2010; Kolarov, 1995; Özdemir & Kılınçer, 1990; Özdemir & Özdemir, 2002; Teymuroğlu, 2021; Teymuroğlu & Çoruh, 2021; Tuatay et al., 1972); Çankırı (Özdemir & Özdemir, 2002); Edirne (Konca, 2015).

Material examined: Iğdır: Çalpala, 987 m, 39°59.901' N 043°54.308', E, 19.VIII.2015, ♂; Tuzluca, Çıyıklı, 1095 m, 40°07.957' N 43°34.515' E, 28.IV.2013, ♂.

Associated plants: *Anethum graveolens*, *Daucus carota*, *Heracleum sphondylium*, *Peucedanum oreoselinum* and *Quercus robur*.

Remarks: This species collected on *Prunus armeniaca* L.

***Scambus sagax* (Hartig, 1838)**

General distribution: Eastern Palaearctic, Europe and Western Palaearctic Regions.

Distribution in Türkiye: Bayburt, Iğdır, Kars (Çoruh, 2005; Çoruh, 2010; Çoruh, 2017; Çoruh & Kolarov, 2010; Çoruh & Özbek, 2008; Çoruh & Tozlu, 2008).

Material examined: Iğdır: Çalpala, 889 m, 39°59.901' N 043°54.308' E, 16.VIII.2014, ♂.

Associated plants: *Anethum graveolens*, *Anthriscus sylvestris*, *Chaerophyllum bulbosum*, *Daucus carota*, *Daucus carota sativus*, *Euphorbia nicaeensis*, *Euphorbia virgata*, *Fraxinus excelsior*, *Heracleum sphondylium*, *Larix europaea*, *Larix polonica*, *Pastinaca graveolens*, *Picea* spp., *Pinus sylvestris*, *Prunus cerasifera*, *Salvia sylvestris*.

Remarks: This species collected on *Malus domestica* L.

Subfamily Tryphoninae Shuckard, 1840

***Tryphon (Tryphon) atriceps* Stephens, 1835**

General distribution: Eastern Palaearctic, Europe and Western Palaearctic Regions.

Distribution in Türkiye: Afyonkarahisar, Aksaray, Ankara, Antalya, Artvin, Bayburt, Bolu, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Isparta, İçel, İstanbul, Kars, Kırklareli, Malatya, Muğla, Niğde, Sivas, Yozgat (Beyarslan et al., 2006; Çoruh et al.,

2014; Çoruh, 2019b; Çoruh et al., 2005; Eroğlu et al., 2011; Gürbüz, 2005; Gürbüz & Kolarov, 2006; Gürbüz et al., 2009; Kolarov, 1994; Kolarov & Çoruh 2012; Kolarov et al., 1999; Özdemir, 2001; Sarı & Çoruh 2018; Shaw & Kasparyan, 2005; Yurtcan & Beyarslan, 2002; Yurtcan et al., 2006; Yaman, 2014).

Material examined: Iğdır: Sarıçoban, 867 m, 40°018.166' N 044°011.158' E, 12.V. 2014, ♀.

Associated plants: *Anthriscus sylvestris*, *Chaerophyllum temulum*, *Heracleum sphondylium*, *Peucedanum oreoselinum*.

Remarks: This species collected on *Prunus armeniaca* L. and new locality record for Iğdır.

Table 1. Distributions of Collected Species							
Geographical Regions Sea	Aegean Region	Anatolia	Black Sea Region	Eastern Anatolia Region	Mediterranean Region	Marmara Region	South Eastern Region
<i>Diadegma elishae</i>				■ ■ ■			
<i>Diadegma mediterraneum</i>				■ ■ ■	■	■	
<i>Lysibia nana</i>	■			■	■	■	
<i>Promethes sulcator</i>	■	■		■ ■ ■	■	■	
<i>Ichneumon confusor</i>				■ ■ ■			
<i>Itopectis viduata</i>				■			
<i>Scambus sagax</i>				■			
<i>Tryphon (Tryphon) atriceps</i>	■	■	■	■ ■ ■	■	■	■

Table 2. Zoogeographic Distribution of Collected Species					
Zoogeographical Regions	Eastern Palearctic	Europea Mediterranean Region	Nearctic Mediterranean	Oriental	Western Palearctic
<i>Diadegma elishae</i>	■	■			■
<i>Diadegma mediterraneum</i>		■			■
<i>Lysibia nana</i>	■	■	■	■	■
<i>Promethes sulcator</i>	■	■	■	■	■
<i>Ichneumon confusor</i>	■	■			■
<i>Itopectis viduata</i>	■	■	■		■
<i>Scambus sagax</i>	■	■			■
<i>Tryphon (Tryphon) atriceps</i>	■	■			■

CONCLUSION

As a result, eight ichneumon wasps species belonging to seven genera were recorded that six of these species were new records for Iğdır. In addition, *Diadegma elishae* (Bridgman, 1884) and *Promethes sulcator* (Gravenhorst, 1829) were recorded second exact locality from Türkiye.

Additionally both the regional distribution of for each species and their zoogeographic distribution are given in Table 1 and 2.

REFERENCES

- Alaserhat, İ. & Güçlü, Ş. (2020). Aphid species (Hemiptera: Aphididae), their natural enemies and secondary hosts on temperate fruit species. *Bitki Koruma Bülteni*, 60(4), 91-109.
- Begon, M., Townsend, C. & Harper, J. (1996). *Ecology: Individuals, populations and communities (Third edition)*. Blackwell Science, London, 759 p.
- Beyarslan, A., Yurtcan, M., Erdoğan, Ö.Ç. & Aydoğdu, M. (2006). A study on Braconidae and Ichneumonidae from Ganos Mountains (Thrace Region, Turkey) (Hymenoptera, Braconidae,

Ichneumonidae). *Linzer Biologische Beiträge*, 38(1), 409-422.

- Carlo, K.D., Oliveira, P.S. & Gray, V.R. (2009). *Parasitoid wasps, natural enemies of Insects in: tropical biology and conservation management*, 185-207p, Eolss Publishers Co. Ltd., Oxford-UK.
- Çaylak, F.Z. & Çoruh, S. (2020a). First record of *Woldstedtius citropectoralis* Schmiedeknecht, 1926 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Diplazontinae) from Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 15(2), 457-462.
- Çaylak, F.Z. & Çoruh, S. (2020b). Contribution to the knowledge of Ichneumonidae (Hymenoptera) of Bursa Uludag National Park area including new records. *Turkish Journal of Entomology*, 44(4), 487-502.
- Çoruh, S. (2005). *Erzurum ve çevre illerdeki Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) türleri üzerinde faunistik, sistematik ve ekolojik çalışmalar*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum, Türkiye, 212 s. (In Turkish).
- Çoruh, S., Özbek, H. & Kolarov J. (2005). A contribution to the knowledge of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 7(3), 53-57.
- Çoruh, S. & Özbek H. (2008). A faunistic and systematic study on Pimplinae (Hymenoptera:

- Ichneumonidae) in Eastern and Northeastern parts of Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, **40**(1), 419-462.
- Çoruh, S. & Tozlu, G. (2008).** The first host record for *Scambus sagax* (Hartig, 1838) (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **11**(13), 1757-1758.
- Çoruh, S. (2010).** Composition, habitat distribution and seasonal activity of Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in North-East Anatolia Region of Turkey. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, **25**(1), 28-36.
- Çoruh, S. & Kolarov, J. (2010).** Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Turkey. I. *Bulletin of the Natural History Museum*, **3**, 177-186.
- Çoruh, S. (2011).** *Diplazon annulatus* (Gravenhorst, 1829) (Hymenoptera: Ichneumonidae: Diplazontinae), new for the Turkish fauna and new localities for some species of this subfamily. *Turkish Bulletin of Entomology*, **1**(1), 19-21.
- Çoruh, S., Gürbüz, M.F., Kolarov, J., Yurtcan, M. & Özdan, A. (2013).** New and little known species of Ichneumonidae (Hymenoptera) for the Turkish Fauna. *Journal of the Entomological Research Society*, **15**, 71-83.
- Çoruh, S., Kolarov, J. & Özbek, H. (2014).** The fauna of Ichneumonidae (Hymenoptera) of Eastern Turkey with zoogeographical remarks and host data. *Journal of Insect Biodiversity*, **2**(16), 1-21.
- Çoruh, S. (2016).** Biogeography and host evaluation of the subfamily Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, **18**(2), 33-66.
- Çoruh, S., Kolarov, J. & Çoruh, İ. (2016).** A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Anatolia II, with new records. *Turkish Journal of Entomology*, **40**(3), 265-280.
- Çoruh, S. (2017).** Taxonomical and biogeographical evaluation of the subfamily Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Turkey. *Entomofauna*, **38**(21), 425-476.
- Çoruh, S., Kolarov, J. & Çoruh, İ. (2018).** Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia II. *Linzer Biologische Beiträge*, **50**(1), 217-224.
- Çoruh, S., Kolarov, J. & Ercelep, Ö.S. (2019).** A contribution to the Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) of Trabzon, Turkey. *Munis & Entomology Zoology* **14**(2), 584-590.
- Çoruh, S. (2019a).** Taxonomic and biogeographic evaluations of the subfamily Cryptinae (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Turkish Journal of Entomology*, **43**(3), 313-337.
- Çoruh, S. (2019b).** Taxonomical and Biogeographical evaluation of the subfamily Tryphoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Turkey. *Journal of Entomological Research Society*, **21**(3), 301-321.
- Çoruh, S. (2022).** An overview on the subfamily Cremastinae Förster, 1869 (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Turkey. *Acta Entomologica Serbica*, **27**(1), 1-10.
- Çoruh, S., Kolarov, J. & Ercelep, Ö.S. (2022).** A contribution to the Ichneumonidae (Hymenoptera) of Trabzon. *Atatürk University, Journal of Agricultural Faculty*, **53**(1), 8-13.
- Çoruh, S. & Riedel, M. (2022).** An overview of the subfamily Banchinae Wesm., 1845 (Ichneumonidae: Hymenoptera) of Turkey, with the addition of four new records. *Acta Entomologica Bulgarica*, **74**(1), 27-36.
- Doğru, T. (2002).** *Türkiye'de Konakları Saptanmış Ichneumonidae (Hymenoptera) Türleri*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye, 136s. (In Turkish).
- Eroğlu, F., Kırac, A. & Birol, O. (2011).** A faunistic study on Ichneumonidae (Hymenoptera) in Türkmen Mountain, Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, **43**(2), 1219-1228.
- Fahringer, J. (1922).** Hymenopterologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Studienreise nach der Türkei und Kleinasien (mit Anschluss des Amanusgebirges). *Archiv für Naturgeschichte*, **88A**(9), 149-222.
- Gürbüz, M.F. (2005).** A survey of the Ichneumonidae (Hymenoptera) of Isparta in Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, **37**(2), 1809-1817.
- Gürbüz, M.F. & Kolarov, J. (2006).** A study of Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera) II. Tryphoninae. *Journal of the Entomological Research Society*, **8**(1), 21-25.
- Gürbüz, M.F. & Kolarov, J. (2008).** A study of the Turkish Cryptini IV. (Cryptinae: Ichneumonidae: Hymenoptera). *Turkish Journal of Zoology*, **32**(4), 373-377.
- Gürbüz, M.F., Aksoylar, M.Y. & Buncukçu, A. (2009).** A faunistic study on Ichneumonidae (Hymenoptera) in Isparta, Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, **41**(2), 1969-1984.
- İneciklioğlu, H. (2022).** *Trakya Bölgesi Ichneumonidae (Hymenoptera) Kontrol Listesinin Oluşturulması*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye, 186s. (In Turkish).
- Kırac, A. & Gürbüz, M.F. (2020).** Honaz Dağı milli parkı Ichneumonidae (Insecta, Hymenoptera) faunası. *Bilge International Journal of Science and Technology and Research*, **4**(2), 150-159.
- Klopfstein, S., Vilhelmsen, L., Heraty, J.H., Sharkey, M. & Ronquist, F. (2013).** The Hymenopteran Tree of Life: Evidence from Protein-Coding Genes and Objectively Aligned Ribosomal Data. *Plos One*, **8**(8), 69344.
- Kolarov, J. (1994).** Nocturnal Ichneumonidae from Bulgaria and Turkey with Description of a New Species. *Entomofauna*, **15**, 93-97.
- Kolarov, J. & Beyarslan, A. (1994).** Investigations on the Ichneumonidae (Hym.) fauna of Turkey. I. Pimplinae and Tryphoninae. *Turkish Journal of Entomology*, **18**(3), 133-140.

- Kolarov, J. (1995).** A catalogue of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). *Entomofauna*, 7, 137-188.
- Kolarov, J. & Beyarslan, A (1995).** New and little known Turkish Campopleginae (Hymenoptera, Ichneumonidae). *III. National Scientific Conference of Entomology*, September 18-20, 1995, Sofia, Bulgaria, 18-20.
- Kolarov, J., Yurtcan, M. & Beyarslan, A. (1997a)** New and rare Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey.I. Pimplinae, Tryphoninae, Phygadeuontinae, Banchinae and Ctenopelmatinae, *Acta Entomologica Bulgarica*, 3-4, 10-12.
- Kolarov, J., Beyarslan, A. & Yurtcan, M. (1997b).** Ichneumonidae (Hymenoptera) from the Gökçeada and Bozcaada Islands-Turkey. *Acta Entomologica Bulgarica*, 3-4, 13-15.
- Kolarov, J., Özbek, H. & Yıldırım, E. (1999).** New distributional data of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). I. Pimplinae and Tryphoninae. *Journal of the Entomological Research Society*, 1(2), 9-15.
- Kolarov, J., Yurtcan, M. & Beyarslan, A. (2002).** Ichneumonidae species of the Turkish Aegean Region. In: *International Symposium: Parasitic Wasps: Evolution, Systematics, Biodiversity and Biological Control*, May 14-17, 2002, Hungary, 299-305.
- Kolarov, J. & Çoruh, S. (2012).** Ichneumonidae (Hymenoptera) established from Northeastern Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, 64(1),97-100.
- Kolarov, J. (2015).** Diplazontinae species (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Balkan Peninsula, Turkey and Iran. *Entomofauna*, 36(24), 297-304.
- Kolarov, J., Çoruh, S. & Çoruh, İ. (2017).** A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Anatolia III, with new records and description male of *Temelucha pseudocaudata* Kolarov, 1982. *Turkish Journal of Entomology*, 41(2), 125-146.
- Kolarov, J., Çoruh, S. & Ercelep, Ö.S. (2021).** A contribution to the Ichneumonidae (Hymenoptera) of Trabzon, Turkey. II. Campopleginae. *Munis Entomology & Zoology*, 16(2), 745-750.
- Kolarov, J. & Çoruh, S. (2022).** New Records on the Ichneumonidae fauna (Hymenoptera) of the Black Sea Coast of Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 24(1), 63-74.
- Kolarov, J., Çoruh, S. & Çoruh, İ. (2020).** Ichneumonidae (Hymenoptera) from Anatolia III. Atatürk University, *Journal of Agricultural Faculty*, 51(2), 162-168
- Konca, Ö. (2015).** Edirne’de farklı iki habitatta Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) türlerinin tespiti, aylık ve mevsimsel değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Edirne, Türkiye, 48 s. (In Turkish).
- Narmanlıoğlu, H.K & Çoruh, S. (2017).** Parasitoids of the apple ermine moth, *Yponomeuta malinellus* Zeller, 1838 (Lepidoptera: Yponomeutidae), in the Çoruh, Valley, Erzurum Province, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 41(4), 357-365.
- Özbek, H., & Çoruh, S. (2012).** Larval parasitoids and larval diseases of *Malacosoma neustria* L. (Lepidoptera: Lasiocampidae) detected in Erzurum Province, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 36(4), 447-459.
- Özdan, A. & Gürbüz, M.F. (2019).** Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Kovada Lake National Park, Isparta, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 43(3), 301-312.
- Özdemir, Y. & Kılınçer, N. (1990).** İç Anadolu Bölgesinde Saptanan Pimplinae ve Ophioninae (Hym: Ich) Türleri. *Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi*, 26-29 Eylül 1990, Ankara, Türkiye, 309-318. (In Turkish).
- Özdemir, Y. (2001).** The species of Diplazontinae and Tryphoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Central Anatolia. *Turkish Journal of Entomology*, 25(3), 183-191.
- Özdemir, Y. & Özdemir, M. (2002).** The species of Ichneumonidae (Hymenoptera) Supplied from *Archips* spp. (Lep.: Tortricidae) in Central Anatolia Region. *Plant Protection Bulletin*, 42(1-4), 1-7.
- Riedel, M., Çoruh, S. & Özbek, H. (2010).** Contribution to the Ichneumoninae Hymenoptera, Ichneumonidae) fauna of Turkey, with description of three new species. *Turkish Journal of Entomology*, 34(2), 133-156.
- Riedel, M., Diller, E. & Çoruh, S. (2018).** New contributions to the Ichneumoninae (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 20(1), 57-70.
- Sarı, Ü. & Çoruh, S. (2018).** Ichneumonidae (Hymenoptera) from Northeastern Anatolia Region (Erzurum, Aşkale). *Turkish Journal of Entomology*, 42(3), 215-228.
- Schwardz, M. (2020).** Zer Kenntnis der palaarktischen Meringopus-Arten (hymenoptera, Ichneumonidae, Cryptinae). *Linzer Biologische Beiträge*, 52(1), 583-682.
- Shaw, M.R. & Kasparyan, D.R. (2005).** British and European Tryphonini, Exenterini, Eclytini and Idiogrammatini (Hym., Ichneumonidae: Tryphoninae) in the National Museums of Scotland, including 19 species new to Britain. *Entomologist’s Monthly Magazine*, 141, 1-14.
- Sulanç, M. (2021).** Effects of essential amino acids on development and synthesised protein amount of male larvae of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences.*, 6(1), 92-98.
- Teymuroğlu, E. (2021).** *Erzincan İli Çayırılı İlçesi’nde şeker pancarı alanlarında tespit edilen zararlı ve faydalı böcek türleri ile önemli tür Spodoptera exiqua (hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae)’nın kısa*

- biyolojisi*. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum, Türkiye, 67 s. (In Turkish).
- Teymuroğlu, E. & Çoruh, S. (2021)**. Ichneumonidae (Hymenoptera) species associated with sugar beet plants occurring in Erzincan (Çayırılı) of Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, **16**(2), 985-990.
- Tuatay, N., Kalkandelen, A. & Aysev, N. (1972)**. Insect Catalogue of Plant Conservation Museum (1961–1971). *Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi*, Ankara, Türkiye, 119 s. (In Turkish).
- Vas, Z. (2019a)**. Contributions to the taxonomy, identification, and biogeography of the Western Palaearctic Species of *Campoletis* Förster (Ichneumonidae: Campopleginae). *Zootaxa*, **4565**(3), 373-382.
- Vas, Z. (2019b)**. New species and new records of ichneumon wasps from the Eastern Mediterranean and the Black Sea Regions (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, **65**(1), 19-30.
- Yaman, G. (2014)**. *Türkiye Tryphoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) Türlerinin Kontrol Listesi*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Edirne, Türkiye, 102s. (In Turkish).
- Yu, D.S., Van Achterberg, C. & Horstmann, K. (2016)**. *Taxapad, Ichneumonoidea*. 09.05.2022, <https://www.catalogueoflife.org/data/dataset/1068>.
- Yurtcan, M., Beyarslan, A. & Kolarov, J. (1999)**. Investigations on the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Turkey V. Diplazontinae and Ichneumoninae. *Acta Entomologica Bulgarica*, **5**(1), 34-36.
- Yurtcan, M. & Beyarslan, A. (2002)**. The species of Tryphoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Turkish Thrace. *Turkish Journal of Zoology*, **26**(1), 77-95.
- Yurtcan, M., Kolarov, J. & Beyarslan, A. (2006)**. Tryphoninae species from Turkish Aegean Region (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Linzer Biologische Beiträge* **38**(1), 985-990.
- Yurtcan, M., Çoruh, S., Kolarov, J., Özdan, A.B., Gürbüz, M.F. & Erkaya, İ. (2021)**. Ichneumonidae (Hymenoptera) Fauna of Natural Protection Areas in the East Mediterranean region of Turkey, Part II. *Entomological News*, **129**(5), 453-472.
- Zhang, Z.Q. (2013)**. Phylum Arthropoda. *Zootaxa*, **3703**(1), 17-26.



Management of Fishing Ports on the Financial Performance of the Türkiye Fishery Sector; A Case of Fishing Ports in Hatay Province ^[*]

Özkan AKAR¹ Aydın DEMİRCİ² Emrah ŞİMŞEK^{2*} Yavuz MAZLUM³ Sevil DEMİRCİ²

¹Maritime Vocational School, Iskenderun Technical University, 31200, Iskenderun/Hatay, TÜRKİYE

²Department of Marine Technologies, Faculty of Marine Sciences and Technology, Iskenderun Technical University, 31200, Iskenderun/Hatay, TÜRKİYE

³Department of Aquaculture, Faculty of Marine Sciences and Technology, Iskenderun Technical University, 31200, Iskenderun/Hatay, TÜRKİYE

Geliş/Received: 17.05.2022

Kabul/Accepted: 21.08.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Akar, Ö., Demirci, A., Şimşek, E., Mazlum, Y. & Demirci, S. (2022). Management of Fishing Ports on the Financial Performance of the Türkiye Fishery Sector; A Case of Fishing Ports in Hatay Province. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 281-288.

Atıf yapmak için: Akar, Ö., Demirci, A., Şimşek, E., Mazlum, Y. & Demirci, S. (2022). Balıkçı Barınakları Yönetiminin Türkiye Balıkçılık Sektörü Finansal Performansına Etkileri; Hatay İli Balıkçı Barınakları Örneği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 281-288.

[id : https://orcid.org/0000-0002-8126-2883](https://orcid.org/0000-0002-8126-2883)
[id : https://orcid.org/0000-0002-7168-9904](https://orcid.org/0000-0002-7168-9904)
[*id : https://orcid.org/0000-0001-7066-2534](https://orcid.org/0000-0001-7066-2534)
[id : https://orcid.org/0000-0002-9547-0966](https://orcid.org/0000-0002-9547-0966)
[id : https://orcid.org/0000-0003-4229-6236](https://orcid.org/0000-0003-4229-6236)

***Corresponding author's:**

Emrah ŞİMŞEK

Department of Marine Technologies, Faculty of Marine Sciences and Technology, Iskenderun Technical University, 31200, Iskenderun/Hatay, TÜRKİYE

✉: emrah.simsek@iste.edu.tr

Abstract: In this study, a comparative economic analysis was made on how financial performance can be measured and analyzed in four fishing ports (Çevlik, Konacık, Iskenderun and Dört Yol) in Hatay, Turkey. To measure the financial performance, the data were obtained from the database of the Provincial Directorate of Agriculture and Forestry and the Property Directorate, through one-to-one interviews with the operators of the fishing ports in 2017. At the end of the study, it has been determined that there are differences between the legal regulations and regulations related to the practical activities of the fishing port enterprises. In these differences, it can be clearly said that the operation of the fishing ports by the fishery cooperatives in the region does not provide the expected benefit from the fishing ports. The results showed that Dört Yol fishing port was to be the best fishing port in terms of financial performance, location and diversity of boats using the port.

Keywords: Financial performance, fishing port management, Iskenderun Bay, Türkiye Fishery Sector.

Balıkçı Barınakları Yönetiminin Türkiye Balıkçılık Sektörü Finansal Performansına Etkileri; Hatay İli Balıkçı Barınakları Örneği

Öz: Bu çalışmada Hatay' da bulunan 4 adet (Çevlik, Konacık, Iskenderun ve Dört Yol) Balıkçı Limanı işletmelerinde finansal performansın nasıl ölçülebileceği ve analiz edilebileceği konusunda karşılaştırmalı ekonomik analiz yapılmıştır. Finansal performansın ölçülmesi için ihtiyaç duyulan veriler 2017 yılında balıkçı limanları işletmecilerinden birebir görüşülerek, aynı zamanda Tarım ve Orman İl Müdürlüğünden ve Mal Müdürlüğü'nden detaylı bir inceleme sonucu elde edilen sağlıklı bir veri tabanından elde edilmektedir. Çalışmanın sonunda balıkçı barınağı işletmelerinin pratik faaliyetleri ile ilgili yasal düzenlemeler arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıklarda balıkçı barınaklarının bölgedeki su ürünleri kooperatifleri tarafından işletilmesinin balıkçı barınaklarından beklenen faydayı sağlamadığı açıkça söylenebilir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi doğrultusunda bahse konu olan balıkçı limanları arasında finansal performans açısından bulunduğu konum ve limanı kullanan teknelerin çeşitliliğinden dolayı en iyi durumda olan balıkçı limanı Dört Yol balıkçı limanı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Finansal performans, balıkçı barınakları yönetimi, Iskenderun körfezi, Türkiye balıkçılık sektörü.

***Sorumlu yazar:**

Emrah ŞİMŞEK

Deniz Teknolojileri Bölümü, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Iskenderun Teknik Üniversitesi, 31200, iskenderun/Hatay, TÜRKİYE

✉: emrah.simsek@iste.edu.tr

^[1] This study was presented as Oral Presentation at "International Advanced Researches & Engineering Congress, Osmaniye-Turkey (IAREC 2017)" and published as only abstract form in proceedings book

INTRODUCTION

The increase and diversification of activities in the maritime fields are changing the port management approach day by day (Scheffczyk, 2009; Sciortino, 2010; Ng et al., 2013; Sharaan et al., 2017). In addition to providing one-to-one coordination, the ports are increasingly cooperating with commercial institutions and organizations. These relationships are effective in reducing environmental impact and increasing sensitivity towards the safety of life and property, as well as increasing commercial profits (Di Vaio et al., 2019). Especially, fishing ports are an important investment for both regional and country fisheries. Therefore, it is necessary to provide the expected benefits from fishing ports for sustainable fishing and other vital maritime activities such as tourism and the service sector. In order to provide these benefits, it is required to determine the expense conditions of fishing ports, compare the situations and measure the financial performance. In practice, fishing ports can serve not only fishing vessels but also vessels belonging to different sectors. Therefore, this service is not only a shelter, but also provide a region where basic requirements of these vessels were satisfied like maintenance and repairing.

Having a coastline of 8333 km, Turkey has 48 ports, 49 marinas, and 385 fishing ports (Can & Demirci, 2012; MAF, 2021; DTO, 2022) Fishing ports are important investments built in line with the needs of regional fishing vessels in Turkey and managed by the Turkish Ministry of Agriculture and Forestry and by fisheries cooperatives in settlements (Erdem et al., 2018). The fishing ports are operated by the Fisheries Cooperative in that region, and with the last law amendment of the law numbered 1380, aquaculture farms in that region can also be given shelter. (Law No. 1380, Amended paragraph: 6/11/2019-7191/3 art.). The operation and related inspections of these investments are carried out by the Ministry of Agriculture and Forestry. However, the activities of these enterprises are within the scope of the coastal structures operation circular. Fishing ports in our country should be in very conditions in terms of the port area, pier, dock, and protection against sea conditions (Belen, 2012; Akar et al., 2017). Because considering these situations, these shelters are serious investments for the country (Akar, 2017). These coastal structures have a special importance in fisheries management in terms of fisheries monitoring, control and supervision (Huntington et al., 2015).

Operators of fishing ports may demand a shelter fee from the ships to the extent notified by the Ministry of Agriculture and Forestry to provide for their service (TKB, 2008). Depending on the purpose of establishment, fishing ports should be evaluated financially by looking at their

income and expense situations so that they can serve the purpose of aquaculture production, healthily maintain their existence and provide more benefits by constantly renewing themselves. In this study, clues are given about how financial performance analysis should be done in Çevlik, Konacık, İskenderun and Dörtüol fishing ports located on the shores of İskenderun Bay. It is thought that this study will contribute to the cooperative managers operating 385 fishermen's shelters located on the 8333 km coastline and will play an important role in providing the desired benefit from the shelters.

MATERIAL AND METHOD

In this study, the annual economic income and expense tables of the fishing ports were calculated and evaluated. However, it has been determined that there are some data gaps in these income and expense tables of port operators. There are some gaps between the practical applications of fishing port operators or legal regulations. Fees may be charged at the entrances of the vehicle to the ports, fuel tankers and crane. Although the entrance fees for this vehicle are generally accepted, due to the lack of legal infrastructure, a figure about its economic amount could not be obtained. Therefore, these data were not taken into account in the economic analysis. All calculations are presented as arithmetic mean and standard deviation. No statistical analysis has been made.

İskenderun Bay is an economically significant area on the Northeastern Mediterranean shores of Turkey concerning port operations, marine traffic, industrial facilities and fishing activities (Can et al., 2006; Gezmen et al., 2015; Mazlum et al., 2019; Yılmaz et al., 2019; Demirhan et al., 2020; Akar et al., 2021; Yılmaz et al., 2022). In the study, the data obtained from the records of the Provincial Directorate of the Ministry of Agriculture and Forestry and the Property Directorates from Dörtüol (I), Konacık (II), Çevlik (III) and İskenderun (IV) Fishing Ports cooperatives, which have an important place in the Iskenderun Bay, were also used. Information on the infrastructure and superstructure conditions and capacities of the Çevlik, Konacık, İskenderun and Dörtüol fishing ports located in the Iskenderun Bay are given in Table 1 (MTI, 2014).

The locations of these fishing ports in the Iskenderun Bay are given in Figure 1. Although the Madenli fishing port, which was built as a fishing port, served in this direction for a short time, it was revised as a marina by the regional authority without being transferred to any fishing cooperative.

In the study, the incomes and expenses of Çevlik, Konacık, İskenderun and Dörtüol Fishing Ports

cooperatives were determined. The personnel, electricity, water and maintenance expenses of the shelter were covered by the port operators. In the calculation of accommodation fees received by the port operator, an average value was calculated for different ships as a result of the ministry's tariff, the port operator's statement and the negotiations with the shipowners. In addition, the data regarding the pricing is determined by looking at the dimensions, characteristics and usage periods of the boats that will use the port from the Provincial Directorate of the Ministry of Agriculture and Forestry and the rental fee that the fishing port operator must pay to the state from the Property Directorate and were used.

Table 1. Technical Properties of the fishing ports in the Iskenderun Bay (I: Dörtyol, II: Konacık, III: Çevlik, IV: İskenderun)

Properties	Fishing Port			
	I	II	III	IV
Breakwater length (m)	1295	785	800	740
Berth length (m)	370	465	330	270
Protective water area (m ²)	13500	10500	9000	5500
Berth number	90	115	95	60
Number of fishing vessels	200	450	60	45
Number of other ships	4	91	7	5
Density (%)	68	251	43	33
Transport distance (km)	2	0	29	33
Operation of the building	-	+	+	-
Maintenance area	+	+	-	+
Electric	+	+	+	+
Water	+	+	+	+
Operators fishing cooperative	+	+	+	+

"+" available, "-" not available

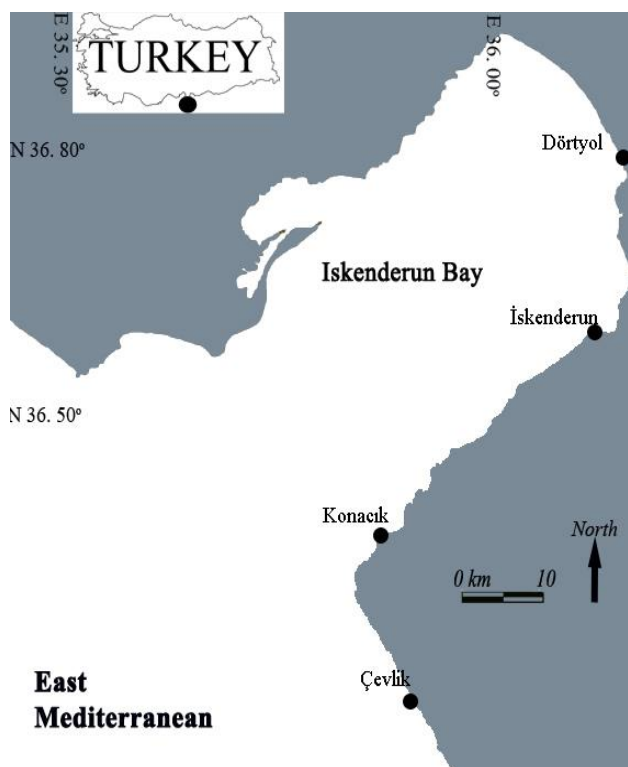


Figure 1. Study area.

RESULTS

There are four fishing ports on the coastline of Hatay Province. In the study, the types and numbers of ships sheltering in fishing ports are shown in Table 2. As can be seen from the table, no fishing port is used only by fishing vessels. Only 49 % of the vessels sheltering in the ports are commercial fishing vessels. There are sea vehicles belonging to the tourism and maritime service sector in each port. The most crowded port is Port IV, which hosts 254 out of 546 vessels. Considering the ship densities, it is related to the number of fishermen settled in that region and the types of activities. The population density of the region directly affects the number of ships in the fishing port. In this study, income and expense tables of four fishermen's shelters currently used by fishermen in Iskenderun Bay were prepared and evaluated.

In the study, the quality and economic value of the income and expenses of the fishing ports were determined annually, and the information obtained is the data from 2017. The number of ships in the fishing ports during the economic evaluation period is shown in Table 2. This table is based on the ports where the ships stay permanently. Because a sea vehicle does not pay port fees to more than one port at the same time. In the fishing ports used for product extraction or supply, a fee is charged by the shelter operator according to the vehicle used at the port gate (automobile, pickup truck, fuel tanker, etc.).

Table 2. Number of ships permanently sheltered (located) in Iskenderun Bay Fishing Ports by ship type (I: Dörtyol, II: Konacık, III: Çevlik, IV: İskenderun).

Ship Type	Fishing Ports				Total
	I	II	III	IV	
Trawl	1	1	33	11	46
Purse Seine	1	1	6	3	11
Set Net	8	4	25	58	95
Long line	20	40	0	56	116
Recreational fishing	90	10	16	101	217
Yacht	3	3	10	6	22
Ship Service	6	-	-	6	12
Submersible and underwater Work vessel	3	1	-	4	8
Touring boat	-	-	4	8	12
Tug	4	-	-	-	4
Total	136	60	96	254	546

"-" No data available

The fee charges of the fishing ports of the Ministry of Agriculture and Forestry for the period of the research are given in table 3 for fishing vessels and table 4 for others.

The incomes of the fishing ports in the region within a year arising from the housing fees are presented in Table 5. According to Table 5, other sea vehicles have an important place in the revenues of the ports. Only 38.42% of the total revenue comes from commercial fishing vessels. Especially in Port I, this rate is very low with 6.48%, while in other ports it is 51.89%, 32.88% and 38.42%, respectively. Although the number of other

vessels using the fishing port is high due to recreational fishing vessels, the number of vessels belonging to other sectors is low. In this context, the economic dimension is higher in the general evaluation due to the high wages received from vehicles belonging to other marine sectors.

Table 3. Fishing ports accommodation fees (TRY) for Fishing Vessels (2017).

Ship Length (m)	Daily	Weekly	Monthly	Annually
0-5.99	7.5	29	44	367
6-8.99	10	44	67	509
9-11.99	13	59	79	730
12-15.99	16	73	93	940
16-20.99	19	87	108	1085
21-25.99	21	101	123	1460
26-31.99	24	116	139	1850
32-37.99	28	131	152	2315
38-44.99	30	152	166	2915
45+	33	165	178	4290

Table 4. Accommodation fees (TRY) for vessels other than fishing vessels (2017).

Ship type	Ship Length (m)	Daily	Weekly	Monthly
Yachts, Kotra and Speedboats	0-5.99	12	82	190
	6-8.99	15	89	215
	9-11.99	17	107	269
	12-14.99	20	100	285
	15-18.99	23	110	320
	19-22.99	26	114	345
	23-27.99	30	125	357
	28-32.99	32	130	390
	33-38.99	35	141	406
	39-44.99	37	153	384
Fuel Supply Ship	45+	44	163	429
	50	73	203	678
Barge, Floating Crane, Strobe, Dredging, etc.	60	106	340	860
	-	1.1*	1.6*	17*

*per 1 m²

Table 5. The average port fee paid annually in Iskenderun Bay fishing ports by ship type.

Ship type	Average wage (TRY)
Trawl	1902.2±232.3
Purse Seine	3066.5±712.5
Set Net	513.4±56.25
Long line	525.7±48.36
Recreational fishing boat	950.4±115.24
Yacht	2500
Ship Service	420.45±180.67
Submersible and underwater work vessel	9.000
Touring boat	4106.12±235.74
Tug	40000

One of the most important problems for the operators in fishing ports is the regular and insufficient payment of accommodation fees. The payment rates for each port in 2017 by ship types are presented in Table 6.

The service payment rates of the fishing ports of Hatay province according to the ship types are presented in Table 7. Results for the fourth port cannot be given in this table. Because the information in this direction could not be obtained from the port operator. In the interviews with the ship owners using the port, it was understood that a significant part of them did not pay the ship accommodation fee in 2017 for the yachts. When the payment rates in this table are examined, the overall

payment rate is very low at 37.44%. When the payment rate is evaluated economically, this value becomes 59.83%. A significant portion of non-paying vessels is commercial fishing vessels. In addition, recreational fishing vessels do not pay their housing fees properly as they should commercial fishing vessels.

Table 6. Hatay fishing ports projected revenue sources and amount for 2017 (TRY) (I: Dörtüol, II: Konacık, III: Çevlik, IV: İskenderun).

Ship Type	Fishing Ports			
	I	II	III	IV
Trawl	1902	1902	62766	20.922
Purse Seine	3067	3067	18399	9.200
Set Net	4107	2054	12835	29.777
Long line	10514	21028	0	29.439
Recreational fishing boat	85536	9504	15.206	95.990
Yacht	7500	7500	25000	15.000
Ship Service	2523	-	-	2.523
Submersible and underwater work vessel	27000	9000	-	36.000
Touring boat	-	-	16.424	32.848
Tug	160000	-	-	-
Total	302148	54054	150630	271699

“-“No data available

Table 7. The percentages of service payment rates by ship types (I: Dörtüol, II: Konacık, III: Çevlik, IV: İskenderun).

Ship Type	Fishing Ports				Mean
	I	II	III	IV	
Trawl	100	100	51	-	76
Purse Seine	100	100	66	-	83
Set Net	-	25	5	-	15
Long line	30	25	-	-	28
Recreational fishing	33	70	31	-	45
Yacht	100	100	30	-	77
Ship Service	100	-	-	-	100
Submersible and underwater work vessel	100	100	-	-	100
Touring boat	-	-	100	-	100
Tug	100	-	100	-	100
Average Pay Rate (Number of Ships)	39.49	36.67	36.17	-	37.44
Average Payout Rate (Income, TRY)	77.23	54.05	48.75	-	59.83

“-“No data available

According to the data in Table 6 and 7, the annual income estimates of the shelters from the ship sheltering fees are ₺302148, ₺54054, ₺150630 and ₺271699, respectively. The expenses of the ports are comprised of the items presented in Table 8, primarily staff, rent and electricity. Due to the reasons stated earlier in this table, the data for the fourth port could not be obtained. The difference in the rental prices of the ports arises from the tender prices. It is seen in the official records that only the Port I payments from the ports are examined retrospectively. However, in this table, since the legal period of the payments to be made to the government for 2017 has not expired, it is considered fully paid. Electricity costs are directly related to port lighting costs. Since ships can be supplied with electricity at the Port I, they are higher than other expenses. Staff expenses are related to the number of employees. One staff member at the Port II, three staff at the Port III, and four staff at Port I. Port II and III do not pay water fees. Maintenance expenses are declared only in the first and third ports. Maintenance expenses consist of lighting, electrical installation, perimeter wires, eyebolts and maintenance of bollards. Only the First Port declared expenses on hospitality and accounting in addition to these.

Table 8. Expenditure amounts of fishing ports by type of outlay (TRY) (I: Dörtöl, II: Konacık, III: Çevlik, IV: İskenderun).

Outlay	Fishing Ports			
	I	II	III	IV
Rent	24000	12000	85000	-
Electric	25000	5400	6000	-
Water	18000	-	-	-
Staff salary	120000	29400	93600	-
Meal cost	36000	-	-	-
Maintenance-repair	20000	-	23000	-
Accounting and tax	4800	-	-	-
Total	247800	46800	207600	-

“-: No data available

Considering the income-expenditure tables and payment ratios of the fishing ports in the region, the income of the ports is less than their expenses. In general, the average cost coverage ratio for all ports is 63.99. When we analyse this ratio based on ports, a port is 94.17%, the second port is 62.42%, and the third port is 35.37%.

DISCUSSION

It has become important to make financial analyzes for businesses to grow healthily and to serve their purposes correctly and healthily (Akgüç, 1995). Fishing ports not only meet the vital needs of fishermen, but also serve all maritime sectors in general and especially in the region (Demirci & Karagüzel, 2018; Zaucha & Matczak, 2018; Menhat et al., 2021). This service both important for other sectors and makes the port management sustainable (Köseoğlu et al., 2015). Because the port operator can't meet the minimum expenses with the wages they receive only from commercial and recreational fishing vessels. This situation causes the fishing vessels to have low housing fees and not to make regular payments. It is evaluated that there are three basic factors in making regular payments. Reasons such as (1) the low economic income level of fishing vessels, (2) the port operators lack of sanction power against non-payment, and (3) the lack of transparency of the port management.

Fishing is based on the exploitation of living resources and there is a production based on fishing (Kent, 1997). However, this fishing in the sea depends on the quality of the vessel and fishing gear (Mutlu et al., 2018). While this quality brings a cost to the fishermen, it increases the fishing power and affects the limited living resources negatively. Capital increase in fisheries negatively affects fishery resources day by day and therefore reduces the total fishing income (Kale, 2019; 2020; Can et al., 2020; Demirci et al., 2020; Kaya & Can, 2022).

Although fishing ports are under the responsibility of the fisheries cooperative, there are legal gaps in terms of authority and control mechanism (Karademir & Arat, 2014). Fishing ports are seen by some fishermen in the region as a free service of the state, and therefore they

consider it unfair that the operator demands a housing fee and only pays for the water and electricity they use. In this very wrong view of the fishermen, the port operator makes a correct sense, albeit to a limited extent, in a situation where the cooperative does not even pay the service quality and rental fees. The port operator can legally claim the unpaid accommodation fees, and attorney and enforcement costs incurred in practice pose a separate problem for the parties. In addition, the low level of ship sheltering service reduces the payment demand efficiency of the operator and encourages other non-paying ship owners. This situation is evident in all ports, but one of the regional ports has not been able to charge accommodation fees for fishing vessels for many years due to past conflicts.

According to the laws of our country, the operation of a fishing port is carried out by fisheries cooperatives formed by fishermen residing in that region (TKB, 2008). However, a fishery cooperative is established by sea fishermen who want the right to operate a fishing port to carry out their activities. Likewise, in our region, membership in the cooperative is established for port management rather than commercial fishing activities (Şahinler et al., 2005; Can et al., 2012; Demirci et al., 2015). Cooperative managements may consist of individuals who do not actively fish in the sea, trade only with fisheries, or even outside the fishing sector. The lack of sufficient economic control over port management leads to the failure to keep records. The port operator has legal responsibilities to the Ministry of Agriculture and Forestry and the Ministry of Transport and Infrastructure. Therefore, the operation of these regions should be stopped as the ports do not meet the minimum requirements (TKB, 2008). However, due to the negativities that will occur in the practice with the closure, the inspection is not taken into account. The Ministry of Agriculture and Forestry does not adequately monitor the obligations of the port operator as per the relevant legislation. No operator is qualified to provide these qualifications. Economic inadequacy and lack of legal control in ports cause different practices and ignorance in port management. There is no legal basis for charging fees for vehicle entry at port entrances. However, daily and annual fees are charged at the ports, depending on the size of the vehicle. In addition, additional fees are collected from fuel tankers and cranes entering the port. Perhaps the main income of a port is the vehicle entrance fees to this port, which has no legal basis.

The economic insufficiency of the regional fishing ports causes significant losses in life, property, work and environment (Akar, 2017). Regional municipalities, public institutions and some chambers of commerce take initiative due to the negative situations experienced in the ports. These initiatives are to increase

the income of the fishery cooperative, which is the ports operator by opening all or some of the fishing ports to the use of summary yachts (Akar et al., 2017). Despite a few positive examples, these practices have been tried and unsuccessful in different parts of our country (Ünal & Mercan, 2006; Doğan, 2017). It should be accepted that the main reason for this failure is the lack of port management knowledge of the port operator fisheries cooperatives. The lack of forward-looking management plans for evaluating the direction of service supply and demand in the operation and leasing of the regional ports is an important deficiency in a sustainable management approach.

Fishing ports cause significant losses not only for our region but also for the nation due to administrative deficiencies. Due to the demands from different maritime sectors regarding the use of the ports, the agenda regarding these ports continues. It is planned to build a shipyard in Dörtöyl fishing port for ports in our region. There has been a constant discourse on the marina for the port of Iskenderun. However, the fact that fishing ports are primarily operated by fisheries cooperatives does not make these considerations possible. For this reason, which was issued for the improvement of the Economy of the Country, the responsibility of the fisherman port was taken from the Ministry of Agriculture and Forestry and the path was opened to the Ministry of Transport and Infrastructure (Fisheries Law Additional paragraph: 6/11/2019-7191/3). In this way, business administration has been opened to the use of many different individuals or institutions (Erüz & Erol, 2018). However, this legal change did not take place in practice.

The demand for ports in marine areas is driven by tourism, fishing, trade, transportation, etc. As it may come from different sectors, there may be different demands in the same sector. The service demands and port usages of a purse seine and a trawler of the same tonnage for the fishing industry are very different (Sciortino, 2010). While trawling requires mooring and simple replenishment, there is a significant berth occupation with the net maintenance of the purse seiner. The supply capacity is high depending on the amount of fish caught and the number of personnel. Similarly, there is a fishing vessel of the same size as a fishing vessel and a fishing vessel using a long line set. While the ship, which applied longline fishing, does not have a berth demand, the net maintenance of the extension net ship is possible with the berth occupation. Similar situations exist in other sectors. Private yacht demand is a comfortable living space and a social environment. Tourist cruise ships, on the other hand, require an environment that is easily accessible to the public. Apart from these sectors, there are sheltering problems of sea vehicles belonging to public institutions, agency and service boats, pontoons, sea

vehicles belonging to aquaculture companies, and sea vehicles belonging to underwater and industrial services.

CONCLUSION

As a result of the research, it was concluded that the fishermen's shelters in Hatay region could not be utilized sufficiently. The reason for this is assumed to be due to the management strategy. Fisheries cooperatives are not qualified to provide even the minimum requirements in line with the Turkish Coastal Structures Management Circular on port management. In this context, the deficiency is not only regional but also covers the whole country. The institution responsible for the operation of fishing ports in Turkey is the Ministry of Agriculture and Forestry, and the institution responsible for inspection is the Port Authority under the Ministry of Transport and Infrastructure. The Ministry of Agriculture and Forestry does not have the necessary personnel for port management.

The Ministry of Agriculture and Forestry has made some changes in the operation of fishing ports in recent years, but there has been no significant change in operation. It is an important mistake to consider these coastal structures, whose number is approaching four hundred in our country, only as fishermen's shelters. It would be much more rational to operate these coastal structures if they offer port services to cover all maritime activities in the region, rather than just looking at them as fishermen's shelters. Moreover, this is how the practice works.

When the fishing ports in the Mediterranean countries are examined, it is seen that the management approach is different from ours. First of all, these marine shelters are not only limited to fishermen's shelters, but are also considered as ports serving all sea vehicles. All infrastructural possibilities in the region should be used in a way that includes the rational requirements of the present and the potential for the future. In this use, a management plan and arrangement should be made with the participation of all stakeholders. There may be legal changes in these regulations on a national basis.

REFERENCES

- Akar, Ö. (2017). *Risk analysis for fishing ports in the province Hatay*. Master Thesis, İskenderun Technical University Institute of Science. İskenderun-Hatay, Turkey, 128 p. (In Turkish)
- Akar, Ö., Çalışır, V., Demirci A. & Şimşek, E. (2021). Effects of COVID-19 on fuel gas emissions from marine transportation. *4th Global Conference on Innovation in Marine Technology and The Future of Marine Transportation*, 18-19 November 2021, İskenderun-Hatay, Turkey, 90.

- Akar, Ö., Şimşek, E. & Demirci A. (2017).** Economic analysis of fishing ports in the Iskenderun Bay, Hatay. *International Advanced Researches & Engineering Congress*, 16-18 November 2017, Omaniye, Turkey, 2229.
- Akgüç, Ö. (1995).** *Mali tablolar analizi*, Muhasebe Enstitüsü Yayın No: 64, Muhasebe Enstitüsü Eğitim ve Araştırma Vakfı Yayın No: 16, Genişletilmiş 9. Baskı, İstanbul: Avcıol Basım Yayın. (In Turkish)
- Belen, S. (2012).** Rehabilitation of Fishery Shelters, Dokuz Eylül University Institute of Science, İzmir, Turkey, 130 p. (In Turkish)
- Can, M. F. & Demirci, A. (2012).** Fisheries management in Turkey. *International Journal of Aquaculture*, 2(8), 48-58. DOI: 10.5376/IJA.2012.02.0008
- Can, M. F., Demirci, A. & Demirci, S. (2006).** Fisheries in Iskenderun Bay. *Report of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB)*, 3-7 April 2006, İzmir, Turkey, 50.
- Can, M.F., Serpin, D. & Can, M.F. (2012).** The current situation of small scale fisheries in Iskenderun Bay: A case of Iskenderun, Arsuz and Konacik. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 7(3), 167-175. (In Turkish)
- Can, M. F., Şimşek, E., Demirci, A., Demirci, S. & Akar, Ö. (2020).** The evaluation of the early impacts of the COVID-19 pandemic on the export of fishery commodities of Turkey. *Marine and Life Sciences*, 2(1), 18-27.
- Demirci, A. & Karagüzel, M. (2018).** The evaluation of fishing vessels fuel consumption and pollutions emissions in the İskenderun Bay. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(1), 508-514.
- Demirci, A., Şimşek, E., Can, M. F., Akar, Ö. & Demirci, S. (2020).** Has the pandemic (COVID-19) affected the fishery sector in regional scale? A case study on the fishery sector in Hatay province from Turkey. *Marine and Life Sciences*, 2(1), 13-17.
- Demirci, S., Aytekin, N. & Şimşek E. (2015).** İskenderun balıkçı barınağında sosyo-ekonomik durum. *Su Ürünleri Mühendisleri Derneği Dergisi*, 58-61, 58-63. (In Turkish)
- Demirhan, S.A., Alkan, A. & Şimşek, E. (2020).** Artificial reef application from the Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean, Turkey; an experimental study. *Sakarya University Journal of Science*, 24(1), 49-54. DOI: 10.16984/saufenbilder.527933
- Di Vaio, A., Varriale, L. & Trujillo, L. (2019).** Management Control Systems in port waste management: Evidence from Italy. *Utilities Policy*, 56, 127-135. DOI: 10.1016/j.jup.2018.12.001
- Doğan, K. (2017).** Past, today and the future of fisheries cooperatives in Turkey. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 32(1), 21-34. (In Turkish). DOI: 10.18864/TJAS201703
- DTO, (2022).** Deniz Ticaret Odası Türkiye'deki Marinalar. <https://www.denizticaretodasi.org.tr/tr/sayfalar/turkiyedeki-marinalar> Access Date: 17.05.2022 (In Turkish)
- Erdem, Y., Özdemir, S., Özсандıkçı, U. & Büyükdeveci, F. (2018).** Fishery infrastructures of Sinop province *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 4(1), 20-32. (In Turkish)
- Erüz, C. & Erol, S. (2018).** Marine tourism availability of fishing ports: case study of Trabzon. *Turkish Studies*, 13(10), 291-302. (In Turkish) DOI: 10.7827/TurkishStudies.13223
- Gezmen, S., Şimşek, E. & Demirci, A. (2015).** Evaluation of dynamics of fish retail trade in Iskenderun. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 1(1), 33-44. (In Turkish) DOI: 10.3153/JAEFR15003
- Huntington, T., Nimmo, F. & Macfadyen, G. (2015).** Fish landings at the world's commercial fishing ports. *Journal of Ocean and Coastal Economics*, 2(1), 4. DOI: 10.15351/2373-8456.1031
- Kale, S. (2020).** Trend analysis and future forecasting of marine capture fisheries production of Turkey. *Research in Marine Sciences*, 5(4), 773-794.
- Kale, S. (2019).** *Monitoring of climate change effects on surface area and shoreline changes in Atikhisar Reservoir by using remote sensing and geographic information system in terms of fisheries management*. Çanakkale Onsekiz Mart University Institute of Science, Çanakkale, Turkey, 346 p. (In Turkish)
- Karademir, M. & Arat, M.E. (2014).** The Problems faced in fishery cooperatives and solution suggestions: the case of Istanbul. *Öneri Dergisi*, 11(41), 133-156. (In Turkish) DOI: 10.14783/od.v11i41.5000011409
- Kaya, H.B. & Can, M.F. (2022).** Evaluation of the effects of pandemic (COVID-19) on the world fishery sector with SWOT analysis approach. *Marine and Life Sciences*, 4(1), 35-45 (In Turkish) DOI: 10.51756/marlife.1072565
- Kent, G. (1997).** Fisheries, food security, and the poor. *Food Policy*, 22(5), 393-404. DOI: 10.1016/S0306-9192(97)00030-4
- Köseoğlu, A.M., Ağca, E.O. & Özbekler, T.M. (2015).** Port management and educational needs of the sector: a study in ports. *Eurasian Academy of Sciences Social Sciences Journal*, 6, 1-27. (In Turkish) DOI: 10.17740/eas.soc.2015-V6-1
- MAF, (2021).** Ministry of Agriculture and Forestry, Balıkçılık Kıyı Yapıları Envanteri, Access Date: 17.05.2022 https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Ice_rikler/Su%20C3%9Cr%20C3%BCnleri%20Altyap%4B1lar%4B1/Bal%4B1k%C3%A7%4B1%20Bar%4B1naklar%4B1.pdf (In Turkish)
- Mazlum, Y., Can, M.F., Yılmaz, A.B., Demirci, A., Gürlek, M., Şimşek, E., Şereflişan, M. & Uygur, N. (2019).** Removal of abandoned and lost fishing equipment from various seabeds and habitats. *II. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu*, Ankara, Turkey, 173-174.
- Menhat, M., Zaideen, I.M.M., Yusuf, Y., Salleh, N.H.M., Zamri, M.A. & Jeevan, J. (2021).** The impact of Covid-19 pandemic: A review on maritime sectors in Malaysia. *Ocean & Coastal Management*, 209, 105638. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105638
- MTI, (2014).** Republic of Turkey, Ministry of Transport and Infrastructure, Access Date: 17.05.2022 <https://www.uab.gov.tr/en>
- Mutlu, C., Uncumusaoğlu, C. M. & Verep, B. (2018).** Technical Specifications of Fishing Fleet in Giresun Province. *Journal of Anatolian Environmental &*

- Animal Sciences*, 3(2), 68-76. (In Turkish) DOI: [10.35229/jaes.404584](https://doi.org/10.35229/jaes.404584)
- Ng, A.K.Y., Chen, S.L., Cahoon, S., Brooks, B. & Yang, Z. (2013).** Climate change and the adaptation strategies of ports: The Australian experiences. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 186-194. DOI: [10.1016/j.rtbm.2013.05.005](https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.05.005)
- Şahinler, S., Can, M.F., Görgülü, Ö. & İğne, K.D. (2005).** An investigation on the current status, problem and proposes for the solution of Samandağ fishery. *Science and Engineering Journal of Firat University*, 17(4), 605-615. (In Turkish)
- Scheffczyk, R.B. (2009).** Fishing Port Management, The Forgotten Subject. *Fisheries and Aquaculture-volume*, 216-244.
- Sciortino, J.A. (2010).** *Fishing harbour planning, construction and management*. FAO, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Sharaan, M., Negm, A., Iskander, M. & Nadaoka, K. (2017).** Questionnaire-based assessment of Mediterranean fishing ports, Nile Delta, Egypt. *Marine Policy*, 81, 98-108. DOI: [10.1016/j.marpol.2017.03.024](https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.03.024)
- TKB, (2008).** Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Balıkçı Barınakları Yönetmeliği. Access Date: 17.05.2022 <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=4997&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetciligi&mevzuatTertip=5> (In Turkish)
- Ünal, V. & Yercan, M. (2006).** Fishery cooperatives in Turkey and their importance for fishermen. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1), 221-227. (In Turkish)
- Yılmaz, A.B., Demirci, A., Akar, Ö., Kılıç, E., Uygur, N., Şimşek, E., Yanar, A. & Ayan, O.A. (2022).** An assessment of sea surface and seabed macro plastic density in Northeastern Mediterranean Sea. *Pollution*, 8(2), 543-552.
- Yılmaz, A.B., Demirci, A., Uygur N., Şimşek, E., Yanar, A., Akar, Ö., Kılıç, E. & Alptekin, O. A. (2019).** Evaluation of plastic waste from Iskenderun Bay. *II. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu*, Ankara, Turkey, 175-178.
- Zaucha, J. & Matczak, M. (2018).** Role of maritime ports and shipping in the creation of the economic value of the sea areas. *SHS Web of Conferences* (Vol. 58, p. 01033). EDP Sciences.



Nutritional Value of Fish Soup From Cultured Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792)

Bekir TUFAN^{1*} Matevž POMPE² Marjan VEBER² Drago KOČAR² Sevim KÖSE¹

¹Karadeniz Technical University, Faculty of Marine Sciences, 61530 Çamburnu, Trabzon, TURKEY

²University of Ljubljana, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Department of Analytical Chemistry, Ljubljana, SLOVENIA

Geliş/Received: 24.03.2022

Kabul/Accepted: 15.06.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Tufan, B., Pompe, M., Veber, M., Koçar, D. & Köse, S. (2022). Nutritional Value of Fish Soup From Cultured Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 289-296.

Atf yapmak için: Tufan, B., Pompe, M., Veber, M., Koçar, D. & Köse, S. (2022). Nutritional value of fish soup from cultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792). *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 289-296.

*ID: <https://orcid.org/0000-0001-7039-308X>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-4029-802X>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-9342-6091>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-6029-0458>

*Corresponding author's:

Bekir TUFAN
Karadeniz Technical University, Faculty of
Marine Sciences, 61530 Çamburnu, Trabzon,
TURKEY
✉: bekirtufan@gmail.com

Abstract: This study represents new information on the nutritional value of soup prepared from cultured Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The proximate contents of soup were represented by 87.56% moisture, 7.22% protein, 1.59% crude fat, 0.07% carbohydrate, 1.17% dietary fibre and 2.44% ash. The energy value was calculated as 48.0 kcal/100g. Amino acid values were in the range of 183.5-1128.5mg/100g while mineral contents were varied as 0.6µg/g-19.5mg/g. The value of polyunsaturated fatty acids (PUFA) was higher than saturated fatty acids (SFA). Total PUFA and eicosapentaenoic acid + docosahexaenoic acid (EPA+DHA) were observed as 37.2 and 7.2%, respectively. These values corresponded to the values of 673.3 and 123.2 mg/100g of edible portion of the soup within the same respect. The results of this study demonstrated that a portion of trout soup would almost cover daily recommended n-3 PUFA intake, however, higher amounts are required for the necessary levels of EPA+DHA. The vitamin B12 content was well above the recommended levels. The values of α and β tocopherols were observed as 272.0 and 1131.0 µg/100g (wwb), respectively. This study indicates that trout soup has a good nutritional value for human consumption for a healthy diet.

Keywords: Amino acids, cultured rainbow trout, fatty acid, fish soup, nutritional value, proximate composition.

Gökkuşluğu Alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) Hazırlanan Balık Çorbasının Besin Değeri

Öz: Bu çalışma Gökkuşluğu alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) hazırlanan balık çorbasının besin değeri hakkında yeni bilgiler sunmaktadır. Hazırlanan balık çorbasının besin kompozisyonu %87.56 nem, %7.22 protein, %1.59 ham yağ, %0.07 karbonhidrat, %1.17 diyet lifi ve %2.44 kül olarak tespit edilmiştir. Enerji değeri ise 48.0 kcal/100g olarak hesaplanmıştır. Amino asit değerleri 183,5-1128,5mg/100g aralığında iken mineral içerikleri ise 0,6µg/g-19,5mg/g olarak değişim göstermiştir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) değeri, doymuş yağ asitlerinden (SFA) daha yüksek olarak belirlenmiştir. Toplam PUFA ve eikosapentaenoik asit + dokosaheksaenoik asit (EPA+DHA) sırasıyla %37,2 ve %7,2 olarak gözlenmiştir. Bu değerler aynı zamanda çorbanın yenen kısmının 673,3 ve 123,2 mg/100g değerlerine tekabül etmektedir. Çalışma sonuçlarına göre, bir porsiyon alabalık çorbasının günlük önerilen n-3 PUFA ihtiyacını hemen hemen karşılayacağı, ancak gerekli EPA+DHA seviyeleri için daha yüksek miktarlara ihtiyaç olduğunu göstermiştir. B12 vitamini içeriği ise önerilen seviyelerin çok üzerinde bulunmuştur. α ve β tokoferol değerleri ise sırasıyla 272,0 ve 1131,0 µg/100g (wwb) olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, alabalık çorbasının insanların sağlıklı beslenmesini destekleyici zengin besin içeriğine sahip bir ürün olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Aminoasit, balık çorbası, besin değeri, kültür gökkuşluğu alabalığı, yağ asid.

*Sorumlu yazar:

Bekir TUFAN
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz
Bilimleri Fakültesi, 61530 Çamburnu,
Trabzon, TÜRKİYE
✉: bekirtufan@gmail.com

INTRODUCTION

The health benefits of fish are well recognized with the extensive supportive research studies in the literature (Gogus and Smith, 2010). Therefore, any product that originated from fish has a good potential for a healthy diet for human consumption (CFS, 2020). Fish soup is a popular meal worldwide and commonly consumed at restaurants and households for many years. Commercially-prepared soups are usually called 'instant soups'. They are usually manufactured in several types: dried or dehydrated, canned, or treated by freezing. Some consist of a packet of dry soup stock. Different fish species are used to make fish soup. The ingredients of fish soup also vary depending on the consumer acceptability, therefore, nutritional value also changes to a great extent. The percentage of fish and other ingredients used in the fish soup also changes, particularly at the use of restaurants and household productions (Obiakor-Okeke et al., 2014; Zhang et al., 2018). For this reason, it is important to evaluate the nutritional value of fish soups prepared from a specified methodology and ingredients (recipe).

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) belongs to the *Salmonidae* family. It is anadromous fish lives in coastal streams and stocked in almost all water bodies such as lakes, rivers, and streams, however, it is usually not stocked in water above 25°C or ponds with very low oxygen concentrations. It feeds on a variety of aquatic and terrestrial invertebrates and small fishes in its natural environment. Mature individuals undertake short spawning migrations (FISHBASE, 2020). It is known as one of the most widely introduced fish species in the world and has been introduced into at least 99 countries including Turkey. It has established reproducing populations in many different parts of the world (Stanković et al., 2015). Rainbow trout is the most cultured species in our country with 144 182 tonnes of annual production (approximately 34% of total aquaculture production) in Turkey in 2020 (TÜİK, 2021). World production was reported as 917 896 tonnes in 2019 (FAO, 2020).

Proximate composition and nutritional value of Rainbow trout have been studied in the past by various researchers (Chaiyapechara et al., 2003; Hosseinzadeh Sahafi et al., 2013; Öz and Dikel, 2015). Recently, we obtained that a nutritious fish soup can be produced from brook trout for human consumption suitable for a healthy diet (Kose et al., 2021). Despite limited studies on the nutritional value of fish soup (Ankrah and Dogle, 1973; Chan et al., 1994; Zhang et al., 2018), no study exists on the nutritional value of soup prepared from rainbow trout. Therefore, this study aims to estimate the proximate composition and nutritional value of trout soup in terms of a healthy diet for human consumption.

MATERIAL AND METHOD

Materials

Production of fish soup: Rainbow trout (*O. mykiss*) was obtained from a fish farm which is situated about 35 min drive from the authors' laboratory, Trabzon, Turkey. The fish was transported to the laboratory in ice in Styrofoam boxes. The weight and the sizes of rainbow trout were 30.5-45.1 cm and 700-1000 g, respectively.

Garlic (Taşköprü, Kastamonu), wheat meal (Akmehmet, Samsun), salt (Billur, İzmir), water (Ayder, Rize), vegetables (onion, carrot, garlic, fresh green pepper, fresh tomatoes, fresh celery and fresh parsley), dried bay leaves and fresh lemons were obtained daily from a supermarket situated in central Trabzon, Turkey. They were transferred to the laboratory and kept in cool conditions until use.

Preparations of fish soup: All fish were measured and weighed before use. The fish soup was prepared using our earlier methodology applied to brook trout soup (Kose et al., 2021). However, differences occurred in the ratio of the ingredients as given in Table 1. After cooking, all the ingredients in the soup were homogenized using a blender for 1-3 minutes.

Table 1. Ingredients used in the preparation of fish soup from rainbow trout.

Ingredients	%
Fish mince (Boiled and separated from bones and skin)	17.34
Carrot	4.57
Tomatoes	3.45
Onion	2.29
Green Pepper	3.60
Parsley	0.67
Celery stalk	0.11
Garlic	0.14
White flour (roasted)	0.62
Salt	0.83
Lemon juice	0.92
Water	~65.46
TOTAL (Water loss due to evaporation was not taken into account)	~100

*Bay leaves and lemon pieces separated into two or three pieces were added to the product during the first cooking phase and then discarded. The ratio of these amounts is not taken into account.

Analytical methods

Proximate composition and energy value: The AOAC method numbers of 985 (AOAC, 1995a), 7.009 and 2.507 (AOAC, 1980) were used to analyse moisture, ash and protein contents, respectively. The dietary fibre of the fish soup was analysed using AOAC Official Method 991.43 (AOAC, 1995b). Crude fat content was analysed by using solvent extractor Velp SER 148/6 with petroleum ether (130°C). The Atwater method was applied to calculate the total energy value of the soup (Merrill and Watt 1973).

Metal (Mineral) analysis: Metals (mineral contents) were analysed using an in-house method developed by the authors' analytical chemistry laboratory as described in the earlier study (Kose et al., 2021). All

minerals were determined using an Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer (ICP-MS) (Agilent Technologies, model 7900) against aqueous standards. The mineral concentration is expressed as mg mineral/kg fish dry weight.

Analysis of Fatty Acids: Fatty acid analysis of trout soup was carried out according to the method described by Tufan et al. (2016). The determination of fatty acids was conducted on a Shimadzu 2010 gas chromatograph with the autosampler (Shimadzu, JAPAN) equipped with a split injector (ratio 1:20), a flame ionization detector (FID), and a 100 m SUPELCO (model SPTM-2380, USA) fused silica capillary column (film 0.20 μm , diameter 0.25 mm). The temperatures of the injector detector and the port were held at 260°C. The injected volume was 1 μL . The column temperature was held at 140°C for 5 min, then raised to 240°C at 5°C/min and held at 240°C for 30 min. Fatty acids were identified by comparing the retention times of Fatty acid methyl ester (FAME) with SUPELCOTM 37 component FAME mixture (Cat. No. 47885-U). Three replicate GC analyses were performed for each fish soup sample. Quantification of FAME was carried out by FID detector and using area normalization method. According to the area, the value of each compound, area compositions were detected, and results were shown as FAME%. The amount of mg fatty acid in the edible portion of trout soup was calculated by Greenfield and Southgate (2003) using the following formulae:

$$\text{FA content (mg FA per 100 g edible portion of fish soup)} = [\text{FAME\%} \times \text{FACF} \times \text{lipid content\% (g lipid / 100g food)}] / 100;$$

Where FAME is fatty acid methyl esters, FACF: the lipid conversion factor (fatty acid conversion factor, g FA g^{-1} lipid).

FACF is reported as 0.933 for fish finfish (Weihrach et al., 19779). All chemicals used were of analytical grade and obtained from Merck (Germany), Sigma-Aldrich (USA) and J.T. Baker (USA).

Vitamin Analysis: Vitamin E (alpha and gamma-tocopherol) was analyzed according to the method described by Prevc et al. (2015). It is an in-house method developed at the author's laboratory in Slovenia. Fish soup samples were subjected to high-performance liquid chromatography (HPLC) analysis after dissolving in 2-propanol. Separation of Vitamin E isomers was carried out using an HPLC (Infinity 1260, Agilent, USA) equipped with the fluorescent detector and OpenLab ChemStation software. The column used was Luna 5 μm PFP (250 mm \times 4.6 mm), the flow rate was 1.5 mL/min., the injection volume was 25 μL , the mobile phase was a mixture of methanol-water (92:8 v/v) and the column temperature was 35 °C. The fluorescent detection was applied at the

conditions of $\lambda_{\text{ex}} = 280 \text{ nm}$ and $\lambda_{\text{em}} = 330 \text{ nm}$. An external standard mixture was used for quantitative measurements. The standard mixture was prepared daily as fresh from Tocopherol set (613424-1SET, Calbiochem, Merck, Darmstadt, Germany) using the concentrations of 0.5–3.5 ppm for α -tocopherol, 0.2–1.5 ppm for β -tocopherol, 0.3–2.6 ppm for γ -tocopherol and 0.2–1.4 ppm for δ -tocopherol. A concentration of approximately 0.5 mg/mL was used for the stock solution. The concentrations were confirmed at a spectrophotometer (Cary 100 UV-Vis spectrophotometer).

For vitamin B12 (cobalamin), the samples were extracted by the modified method from Eitenmiller et al. (2008) and Guggisberg et al. (2012). After the extraction, the solution was passed through an immune affinity column for purification (R-Biopharm Easy-Extract Vitamin B12, 2011). The samples were dissolved in 0.025% trifluoroacetic acid, then vitamin B12 in the samples was determined using the following HPLC (Shimadzu LC20A) conditions. Detection was carried out using a detector at 361 nm UV. The mobile phase was a mixture solution of water (containing 0.025% trifluoroacetic acid) and acetonitrile (87:13) and the column was a reversed-phase column (ACE, 5 AQ-C18, 5 μm , 4.6x150 mm).

Amino Acid Analysis: Analysis of amino acids was also carried out by the method modified from Dimova (2003) and Gheshlaghi et al. (2008). The samples were derivatized using the solution of phenyl isothiocyanate, then dried. After that, they were dissolved in a 0.02M ammonium sulfate solution. After filtration, the solution was analyzed at the high-speed HPLC (Shimadzu UFLC-20A) system coupled with an Agilent, Eclipse XDB-C18 column (sizes: 5 μm , 4x6x150 mm). The mobile phase was used with different ratios of sodium phosphate tampon solution at pH 6.9 and acetonitrile. The detection was carried out at a UV detector at 254 nm. The detailed analytical conditions were described in Anonymous (2007).

Statistical analysis: The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA), and if significant differences were found, comparisons among means were carried out by using the Tukey test ($p < 0.05$) by JMP 5.0.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA; Sokal and Rohlf, 1987). Data are presented as mean \pm standard deviation (SD) of the values obtained from triplicated samples.

RESULTS AND DISCUSSION

The results for proximate composition and energy value of trout soup were given in Table 2. The proximate composition of foods closely relates to a well-balanced diet

and health benefits for human consumption. It is well-known that soup consumption prior to main meals is highly common around the world. Therefore, information on the proximate values of soups is valuable for consumers and dieticians in terms of maintaining a daily nutrient balance and energy uptake. Several studies and food databases of different organizations reported that the proximate composition of different types of foods including fish soup highly varies (Ankrah and Dovle, 1973; Chan et al., 1994; Zhang et al., 2018).

Table 2. Proximate composition and energy value of rainbow trout soup.

Analytical parameters	Value (Wet weight bases)
Moisture (%)	87.56 ± 0.02
Protein (%)	7.22 ± 0.04
Crude Fat (%)	1.59 ± 0.01
Carbohydrate (%)	0.07 ± 0.09
Dietary Fibre (%)	1.17 ± 0.00
Ash (%)	2.44 ± 0.21
Energy (kcal/100g)	48.0 ± 0.0

n=3, ±: standard deviation (SD)

These are mainly attributed to the ingredients of soups as in the case of most meals and the techniques used in cooking/preparation. Although proximate composition values, as well as other nutrient components of different types of fish soups, can be obtained from the databases of several organizations and commercial food companies, the type and the ratio of ingredients used in the preparation of soups are often not included in their reports. Therefore, such information has limited value in the identification of their nutritional properties.

Past studies demonstrated that moisture contents of soups highly depend on their consistency and affect the ratios of other components such as protein and ash contents. Various researchers reported moisture contents of different types of soups in a wide range depending on dried, condensed and ready-to-eat soups (Chan et al., 1994; Obiakor-Okeke et al., 2014; Zhang et al., 2018; USDA, 2019; Kose et al., 2021). Ready-to-eat soups contained moisture contents usually between 80 and 89%, while lower values were attributed to condensed soups (Obiakor-Okeke et al., 2014). The moisture content obtained in this study was found within the values obtained in the literature indicating the thickness of it was similar to commercial soup products. The moisture contents of the soup from brook trout (*Salvelinus fontinalis*) obtained in our earlier study (Kose et al., 2021) and smoked trout soup obtained by Tolasa et al. (2012) closely supported this study. A wide range of moisture contents in between 73 and 98% was reported for different types of fish soups by different studies (Ankrah and Dovle, 1973; Zhang et al., 2018).

Limited data exist on nutrient values of trout soup. Tolasa et al. (2012) reported slightly higher protein content as 9.76% in soup prepared from smoked trout although fat content was close to the results obtained in the current

study. In our earlier study, slightly lower values were determined for the brook trout soup (Kose et al., 2021). Similarly, the values of protein, fat and ash contents reported by different studies and food databases for varying types of fish soups also varied (Chan et al., 1994; Obiakor-Okeke et al., 2014; USDA food database, 2019). Also, calorie value of fish soup can change based on the ingredients, their amount, and type. The calorie value of the fish soup prepared in this study was determined as 48 kcal/100g. When calculated as a portion, 96 kcal/serving was determined. The energy values of some fish soups with different fish species content commercially vary between 37-94 kcal/100g and are similar to the values we found in the study (URL-1; URL-2; URL-3). Due to its low calorie value, fish soup prepared in this study can be accepted as suitable for low calorie diets.

Amino acids, particularly essential amino acids are necessary for growth and maintenance, and therefore, they must be included in the human diet. Amino acids like aspartic acid, glycine, and glutamic acid are also known to play a key role in the process of wound healing (Erkan et al., 2010). Table 3 shows amino acid values obtained for the rainbow trout soup.

Table 3. Amino acid values of rainbow trout soup.

The types of Amino acid	Value (mg/100 g)
L-Alanine (Ala)	353.0 ± 2.8
L-Arginine (Arg)	454.5 ± 2.1
L-Aspartic Acid (Asp)	751.0 ± 7.1
L-Phenylalanine (Phe)	312.0 ± 0.0
Glycine (Gly)	432.5 ± 0.7
L-Glutamic Acid (Glu)	1128.5 ± 4.9
L-Histidine (His)	316.0 ± 1.4
L-Isoleucine (Ile)	264.5 ± 3.5
L-Lysine (Lys)	1074.5 ± 0.7
L-Leucine (Leu)	528.5 ± 2.1
L-Methionine (Met)	183.5 ± 0.7
L-Proline (Pro)	330.5 ± 0.7
L-Serine (Ser)	356.0 ± 2.8
L-Threonine (Thr)	525.0 ± 2.8
L-Tyrosine (Tyr)	235.0 ± 12.7
L-Valine (Val)	236.5 ± 2.1

n=3, ±: standard deviation (SD).

Among 16 amino acids, the highest amount found in trout soups was L-glutamic acid as 1128.5 mg/100g and the lowest value represented by L-methionine as 183.5 mg/100g. The values of essential amino acids were obtained over the amount of 500 mg/100 g for lysine, leucine and threonine. Therefore, the results indicate that trout soup is a good source of amino acids, particularly for the essential amino acids except for tryptophan. Limited information exists for amino acid values of fish soup in the nutrition databases. However, a few studies investigated the levels of amino acids in different types of soups. Similarly, Zhang et al. (2018) also obtained lower amino acid levels in two types of fish soups. The differences may be attributed to the high moisture contents of the analyzed soups by Zhang et al. (2018). Recently, Jeyakumari et al.

(2016) reported the most common amino acids found in fish soups incorporated with carrageenan as threonine, glutamic acid, proline, alanine, isoleucine, phenylalanine, tyrosine, histidine, lysine and arginine. Their results show some similarities with this study

The Health benefits of fatty acids in fish soup are mostly related to its contents of highly unsaturated fatty acids, particularly, omega-3 fatty acids. The fatty acid values were presented in Table 4 as FAME% and mg/100 g in trout soup.

Table 4. Fatty acid composition of rainbow trout soup.

Fatty Acids	FAME (%)	FAME (mg/100g)
C14:0 (Myristic acid)	1.4±0.1	23.49
C15:0 (Pentadecanoic acid)	0.0±0.0	0.00
C16:0 (Palmitic acid)	12.5±0.1	215.45
C17:0 (Margaric acid)	0.1±0.0	1.72
C20:0 (Arachidate acid)	0.6±0.1	9.74
C22:0 (Eicosanoic acid)	1.2±0.1	21.20
ΣSFA (Saturated Fatty Acids)	15.8±0.2	271.60
C14:1 (Myristoleic acid)	0.2±0.0	3.44
C15:1 (Cis-10-Pentadecanoic acid)	2.1±0.0	36.10
C16:1 (Palmitoleic acid)	0.1±0.0	1.72
C17:1 (Cis-10-Heptadecanoic acid)	4.1±0.0	70.48
C18:1n-9 (Oleic acid)	31.9±0.3	548.36
C20:1 (Eicosenoic acid)	0.0±0.0	0.00
C22:1n-9 (Erucic acid)	0.6±0.0	10.31
C22:1n-11 (Cetoleic acid)	0.2±0.1	2.87
ΣMUFA (Monounsaturated Fatty Acids)	39.2±0.3	673.28
C18:2n-6 (Linoleic acid)	26.3±0.5	452.67
C18:3n-6 (Gamma-linoleic acid)	1.3±0.1	21.77
C18:3n-3 (Linolenic acid)	1.6±0.1	28.08
C20:2n-6 (Eicosadienoic acid)	0.2±0.0	3.44
C20:3n-6 (Homo-γ-Linolenic acid)	0.4±0.0	6.88
C20:3n-3 (Eicosatrienoic acid)	0.1±0.0	1.72
C20:5n-3 (Eicosapentaenoic acid)	1.1±0.1	18.34
C22:2n-6 (Docosadienoic acid)	0.1±0.0	1.72
C22:6n-3 (Docosahexaenoic acid)	6.1±0.0	104.86
ΣPUFA (Polyunsaturated Fatty Acids)	37.2±0.5	639.47
Σn3 (Omega-3)	8.9±0.1	152.99
Σn6 (Omega-6)	28.3±0.4	486.48
Σn3/Σn6 (Omega-3/Omega-6)	0.3±0.0	0.31
Σn6/Σn3 (Omega-6/Omega-3)	3.2±0.1	3.18
ΣEPA+DHA	7.2±0.1	123.20
Unidentified	7.8±0.5	-

n=3, ±: standard deviation (SD).

Total saturated (SFA), monounsaturated (MUFA), and polyunsaturated fatty acids (PUFA) were obtained as 15.8, 39.2 and 37.2%, respectively.

These values corresponded to the values of 271.6, 673.3, and 639.5 mg values in 100 g of trout soup in the same respect. Therefore, the results showed that trout soup has good nutritional value in terms of fatty acids since it contains a higher amount of ΣPUFA compared to ΣSFA. The major SFA in trout soup was palmitic acid as 12.5%, which accounted for 215.5 mg/100 g of soup. Oleic acid was the most abundant MUFA determined as 21.9% (548.4 mg/100 g of the soup). Although high PUFA values were obtained in trout soup, the highest amount was found for linoleic acid as 26.3% followed by docosahexaenoic acid (DHA) as 6.1%. Previous studies indicated that fatty acid values of farmed trout are highly affected by its diet (Trbović et al., 2012), and it contains higher n-6 fatty acids, particularly linoleic acid (Guillou et al., 1995). Similarly, high levels of omega 6 were determined in different types of vegetable oils (Strobel et al., 2012). Therefore, high levels of omega 6 were also expected in trout soup used in this study due to being of farmed origin. The percentages of total eicosapentaenoic acid + docosahexaenoic acid (ΣEPA+DHA) in trout soup were found as 7.1% which corresponded to 123.2 mg/100 g. The ratios of n3/n6 and n-6/n-3 have been suggested as a useful indicator for

comparing relative nutritional values of oils. Varying levels were suggested for n-3/n-6 as low as 0.2 and up to 1, while The UK Department of Health recommends an ideal ratio of n6/n3 of 4.0 at maximum (HMSO, 1994). The result relating to the n-3/n-6 ratio was found as 0.3 in this study. However, a higher value was obtained for the ratio of n-6/n-3 as 3.2 although it was within the suggested level.

Various health benefits of omega-3 fatty acids, particularly, EPA and DHA have been reported (Gogus and Smith, 2010). Therefore, different health institutions have recommended daily intake of n-3 PUFA and EPA + DHA in varying rates within the range of 0.2-0.45g and 0.5-1.0g, respectively. The results of this study demonstrated that a portion of trout soup (about 200 g) would almost cover daily recommended n-3 PUFA intake, however, higher amounts are required for the necessary levels of EPA+DHA. Kose et al. (2021) obtained slightly higher EPA and DHA levels in brook trout soup, therefore, the values were also accounted as higher in the mg of edible soup in comparison to this study.

Limited research has been carried out relating to fatty acid contents of fish soup (Chan et al., 1994; Udari et al., 2015; Jeyakumari et al., 2016) while no study exists on the soup from Rainbow trout. Recently, higher SFA and PUFA and lower MUFA values were obtained for brook trout soup (Kose et al., 2021). Different studies reported the percentages of PUFA were lower than SFA and MUFA values in different fish soups (Chan et al., 1994; Jeyakumari et al., 2016; Zhang et al., 2018; USDA, 2019). Udari et al. (2015) investigated the fatty acid profile of fish soup powder from *Sardinella longiceps*. Although EPA and DHA values in this study were closed to their results, they obtained lower ΣPUFA and MUFA levels against higher SFA values in their fish soup. The differences may have been attributed to the other ingredients used in the soup preparations since they used a high ratio of cornflour and milk powder in their product. They also demonstrated that boiling and frying decreased the fatty acid values (Udari et al., 2015). Therefore, the contribution of omega-3 fatty acids of trout may have been reduced during the cooking of fish soup in the present study.

Table 5 shows the mineral contents of the trout soup. Minerals are reported to play a key role in biological processes and metabolism.

Table 5. Mineral contents of rainbow trout soup (dry weight bases).

Minerals	Values
Sodium (Na) (mg/g)	19.50±1.7
Potassium (K) (mg/g)	7.75±0.8
Magnesium (Mg) (mg/g)	0.72±0.02
Calcium (Ca) (mg/g)	2.41±0.7
Iron (Fe) (µg/g)	18.50±1.7
Copper (Cu) (µg/g)	1.60±0.1
Zinc (Zn) (µg/g)	15.20±0.6
Barium (Ba) (µg/g)	0.60±0.4

n=3, ±: standard deviation (SD). The values of minerals named Li, Be, B, Al, V, Mn, Cr, Co, Ni, Cu, Ga, Rb, Sr, Mo, Ag, Cd, Te, Tl and U were reported to be below the detection limit (1ng/g(ppb)).

For example, it is known that iron (Fe) is involved in haematopoiesis, which is an important component of heme iron in erythrocytes, and its deficiency easily leads to anaemia and other symptoms. Zinc (Zn) deficiency can cause metabolic dysfunction and decreased immune functions, leading to infection by bacteria, viruses and

fungi, growth retardation and premature and poor wound healing. Therefore, they are considered nutrient minerals related to specific health benefits (Zhang et al., 2018). In this study, the highest value was obtained for sodium (Na) as 19.5 mg/g (dwb) followed by potassium (K), calcium (Ca) and magnesium (Mg). Trace amounts were found for copper (Cu), Zn, Fe and barium (Ba). Other analyzed minerals were below the detection limits. The high amount of Na level was related to the addition of salt to the trout soup during cooking. Food Standards Agency (2002) has reported twice higher amounts of Na level in instant soup powder. High Na intake is not recommended for health risks that arise from high salt intake. Therefore, 1500 mg Na intake was advised by the health authorities for adults and lower amounts were suggested for children (National Academies of Sciences, 2019). The Na content obtained in this study was well below the upper limit given by this mineral. Low levels of other minerals can be related to their initial values of raw materials and processing methods used in this study as supported by other researchers (Marimuthu et al., 2012; Kose et al., 2021).

Mineral contents obtained in this study were higher than several types of fish soups obtained by different researchers with some exceptions (Chan et al., 1994; Obiakor-Okeke et al. 2014; Zhang et al., 2018; USDA, 2019). However, recently lower values were obtained for the soup made from brook trout except for Ca and Fe (Kose et al., 2021).

Vitamins are also important nutrient elements in foods relating to different health functions (National Institute of Health, US, 2017). Vitamin B12 is required for proper red blood cell formation, neurological function and DNA synthesis. Recommended dietary allowance was reported as 2.4 µg for people over 14 years old and 0.4-1.8 µg for the children below 14 years old and various illnesses were reported with its deficiency (Institute of Medicine, 1998). The vitamin B12 content obtained in the current study was found as 1560.0±0.01 µg/100g (wet weight bases) which was well above the recommended levels indicating the nutritional benefits of trout soup.

National Institute of Health, US (2017) reported that vitamin E acts as an antioxidant, helping to protect cells from the damage caused by free radicals of the human body, and promotes the immune system. Vitamin E contents of the soup were obtained as 1131±0.01 µg/100g for α-tocopherol and 272±0.01 µg/100 g for γ-tocopherol (wwb). The recommended value for vitamin E for adults is known as 15 mg per day (National Institute of Health, US, 2017). Vitamin contents in fish can vary according to species, age and body parts (Mendéz and Abuín (2012). Although lipid-soluble vitamins are more stable to heat compared to water-soluble ones, several studies demonstrated that most vitamins could degrade during the cooking period (Jakobsen and Knuthsen, 2014). USDA (2019) reported 0.53-0.69 µg/100 g for vitamin B12 and 0.17-0.34 mg/100 g for Vitamin E (alpha-tocopherol) in the restaurant and homemade fish soups. Although Vitamin E value obtained in the present study was lower than the recommended level by National Institute of Health, US (2017), the value was found higher than various soups including chicken, different vegetables and fish soups as

reported by Chan et al. (1994), Food Standards Agency (2002) and USDA (2019).

It is also thought that the amounts of vitamins, minerals and amino acids may differ depending on the diet of the fish used (aquaculture or fishing) and the vegetables/additives used in the soup.

In conclusion, this study represents new information on the nutritional proximate composition and nutritional value of cultured trout soup. The moisture content obtained in this study was found within the values reported in the literature indicating the thickness of it was similar to commercial soup products although some differences in the other values. The results showed that trout soup is a good source of amino acids, particularly for the essential amino acids except for tryptophan. The values of fatty acids demonstrated that a portion of trout soup (about 200 g) would almost cover daily recommended n-3 PUFA intake, however, higher amounts are required for the necessary levels of EPA+DHA. The highest mineral content was obtained for Na followed by K, Ca and Mg. Significant amounts of Vitamin B₁₂ and E were also obtained in the trout soup. The values obtained in this study indicate that soup prepared from cultured Rainbow trout has good nutritional value and therefore, it is suggested for a healthy diet for human consumption.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) and Slovenia Research Agency (ARRS) under a bilateral project Grant Numbers: TOVAG 2130112 and BI-SLO-TR-14-16/08).

REFERENCES

- Ankrah, E.K. & Dogle, F.E. (1973).** Chemical composition of some soups and stews of Ghana. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 24(4), 407-412. DOI: 10.1002/jsfa.2740240409
- Anonymous. (2007).** High speed analysis of amino acids by pre-column derivatization, Shimadzu Corporation, Application data sheet High Performance Liquid Chromatography No.7, No.8. Retrieved on July 1, 2021 from Shimadzu website: https://shimadzu.com.au/sites/default/files/HPLC_AminoAcid_pre_column_deriv2_datashet_8a_en.pdf
- AOAC. (1980).** Official methods of analysis 13th ed. *Official methods 7.009. and 2.507.* Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOAC. (1995a).** Official methods of analysis. *Official methods 985.14.* Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD.
- AOAC. (1995b).** AOAC Official Method 991.43 Total, soluble, and insoluble dietary fibre in foods. *Official Methods of Analysis.* Supplement March 1995. Cereal Foods, Chapter 32, p. 7-9.

- CFS. (2020).** *Benefits of fish soup consumption.* Center for Food Safety, Hong Kong, China. Retrieved on July 2, 2021 from the website: https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/RIB_fish_soup_consumption.html
- Chaiyapechara, S. & Kennethk, M.L. (2003).** Proximate composition, lipid oxidation, and sensory characteristics of fillets from rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fed diets containing 10% to 30% lipid. *Journal of the World Aquaculture Society.* **34**, 266-277. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2003.tb00065.x
- Chan, W., Brown, J.M. & Buss, D. (1994).** *Miscellaneous foods: Supplement to the composition of foods.* Royal Society of Chemistry and the Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food, Cambridge, London.
- Dimova, N. (2003).** *RP-HPLC Analysis of Amino acids with UV-Detection,* Bulgarian Academy of Science, Tome 56, No 12. Bibliographic Code: 2003CRABS..56l..75D.
- Eitenmiller, R.R., Ye, L. & Landen, W.O. Jr. (2008).** *Vitamin analysis for health and food Sciences,* 2nd ed. New York: CRC Press.
- Erkan, N., Selçuk, A. & Özden, O. (2010).** Amino acid and vitamin composition of raw and cooked horse mackerel. *Food Analytical Methods.* **3**, 269-275. DOI: 10.1007/s12161-009-9108-x
- FAO. (2020).** Retrieved on May 23, 2020 from the FAO website: <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en>
- FISHBASE, 2020.** Retrieved on February 2, 2020 from the FISHBASE website: <http://fishbase.org/summary/oncorhynchus-mykiss.html>
- Food Standards Agency. (2002).** *McCance and Widdowson's the composition of foods.* Compiled by: Roe, M.A., Finglas, P.M. and Church, S.M. 6th summary ed. Cambridge: Royal Society Chemistry.
- Gheshlaghi, R., Scharer, J.M., Moo-Young, M. & Douglas, P.L. (2008).** Application of statistical design for the optimization of amino acids separation by reverse-phase HPLC. *Analytical Biochemistry,* **383**, 93-102. DOI: 10.1016/j.ab.2008.07.032
- Gogus, U. & Smith, C. (2010).** n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *International Journal of Food Science and Technology,* **45**, 417-436. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2009.02151.x
- Greenfield, H. & Southgate, D.A.T. (2003).** *Assuring the quality of analytical data,* Food Composition Data, Part 2, Roma, Italy: FAO.
- Guggisberg, D., Risse, M.C. & Hadorn, R. (2012).** Determination of vitamin B12 in meat products by RP-HPLC after enrichment and purification on an immunoaffinity column. *Meat Science,* **90**, 279-283. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.07.009
- Guillou, A, Saucy, P., Khalil, M. & Adambounou, L. (1995).** Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of flesh of brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Aquaculture,* **136**, 351-362. DOI: 10.1016/0044-8486(95)00053-4
- HMSO. (1994).** *Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects.* N. 46. London. UK: Department of Health. HMSO.
- Hosseinzadeh Sahafi, H., Masaeli, S., Alizadeh, M., Negarestan, H. & Naji, T. (2013).** A study on growth parameters, blood factors and proximate composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cultured in underground brackish and freshwater. *Iranian Journal of Fisheries Science,* **12**(4), 836-842. DOI: 10/1834/37407
- Institute of Medicine. (1998).** *Food and nutrition board. Dietary reference intakes: Thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline,* Washington, DC: National Academy Press.
- Jakobsen, J. & Knuthsen, P. (2014).** Stability of vitamin D in foodstuffs during cooking. *Food Chemistry,* **148**, 170-174. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.10.043
- Jeyakumari, A., Christin J., Zynudheen, A.A. & Anandan R. (2016).** Quality evaluation of fish soup powder supplemented with carrageenan. *International Journal of Environmental Science and Technology,* **5**(6), 4362-4369. DOI: 0/123456789/41115
- Kose, S., Pompe, M., Tufan, B., Veber, M., Kocar, D. & Petkovsek, E. (2021).** Nutritional value of fish soup from cultured brook trout (*Salvelinus fontinalis*, Mitchell, 1814). *Ukrainian Food J.* **10**(1), 112-123. DOI: 10.24263/2304-974X-2021-10-1-10
- Marimuthu, K., Thilaga, M., Kathiresan S., Xavier, R., Mas, R.H.M.H. (2012).** Effect of different cooking methods on proximate and mineral composition of striped snakehead fish (*Channa striatus*, Bloch). *J Food Sci Technol.* **49**(3): 373-377. DOI: 10.1007/s13197-011-0418-9
- Mendéz, M.I.M. & Abuín, J.M.G. (2012).** *Thermal processing of fishery products.* Chapter 10. In: Sun, D.W. (Ed.). *Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues,* 2nd ed. p. 249-272, London: CRC press.
- Merrill, A.L. & Watt, B.K. (1973).** *Energy value of foods: basis and derivation.* Agricultural Handbook No. 74. United States: Department of Agricultural, Washington, Dc, USA.
- National Academy of Sciences. (2019).** Retrieved on January 24, 2020 from: https://www.nap.edu/resource/25353/030519DRI_SodiumPotassium.pdf <http://www8.nationalacademies.org/onpinews/newsitem.aspx?RecordID=25353>
- National Institute of Health, US, (2017).** Retrieved on 21th June, 2020 from

- <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminE-HealthProfessional/#h6>
- Obiakor-Okeke, P.N., Obioha, B.C. & Onyeneke, E.N. (2014).** Nutrient and sensory evaluation of traditional soups consumed in Igbere community in Bende local government area, Abia State, Nigeria. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **3**(5), 370-379. DOI: [10.11648/j.ijfns.20140305.12](https://doi.org/10.11648/j.ijfns.20140305.12)
- Öz, M. & Dikel, S. (2015).** Comparison of body compositions and fatty acid profiles of farmed and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Trends in Food Science and Technology*, **3**(4), 56-60. <https://doi.org/10.13189/fst.2015.030402>
- Prevc, T., Levart, A., Cigić, I.K., Salobir, J., Ulrih, N.P. & Cigić, B. (2015).** Rapid estimation of tocopherol content in linseed and sunflower oils- Reactivity and assay. *Molecules*, **20**(8), 14777-14790. DOI: [10.3390/molecules200814777](https://doi.org/10.3390/molecules200814777)
- R-Biopharm Easy-Extract Vitamin B12. (2011).** *Application of immunoaffinity columns for analysis of vitamin B12 by HPLC*, Date of Manufacture, 08 November 2011.
- Sokal, R.R., & Rohlf, F.J. (1987).** Introduction to Biostatistics. 2nd ed. W.H. Freeman and Co., New York. ISBN: 0-7167-1806-7.
- Stanković, D., Crivelli, A.J. & Snoj, A. (2015).** Rainbow trout in Europe: introduction, naturalization, and impacts, *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, **23**(1), 39-71. DOI: [10.1080/23308249.2015.1024825](https://doi.org/10.1080/23308249.2015.1024825)
- Strobel, C., Jahreis, G. & Kuhnt, K. (2012).** Survey of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in fish and fish products. *Lipids in Health and Disease*, **2**, 11-144. DOI: [10.1186/1476-511X-11-144](https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-144)
- Trbović, D., Vranić, D., Djinovic-Stojanović, J., Matekalo-Sverak, V., Djordjević, V., Spirić, D., Babić, J., Petronijević, R. & Spirić, A. (2012).** Fatty acid profile in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) as influenced by diet. *Biotechnology in Animal Husbandry*, **28**(3), 563-573. DOI: [10.2298/BAH1203563T](https://doi.org/10.2298/BAH1203563T)
- Tolasa, S., Cakli, S., Kislal, D. & Dincer, T. (2012).** Quality and shelf-life assessment of pasteurized trout soup during refrigerated storage. *J. Aquat. Food Prod. Technol.*, **21**(4), 321-329. DOI: [10.1080/10498850.2011.595054](https://doi.org/10.1080/10498850.2011.595054)
- Tufan B., Başçınar N. & Köse S. (2016).** Comparison of proximate composition and fatty acid profile of on growing and wild Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **25**, 1284-1300. DOI: [10.1080/10498850.2015.1056398](https://doi.org/10.1080/10498850.2015.1056398)
- TÜİK. (2021).** Su ürünleri istatistikleri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.
- Udari, A.H.G.S., Wickramasinghe, I. & Attygalle, M.V.E. (2015).** Development of an omega 3 enriched instant soup powder from *Sardinella longiceps*. *International Journal of Engineering Sciences and Research Technology*, **4**(8), 644-652.
- URL-1,** <https://www.secretsofinefood.com/ready-to-eat-artisan-fish-soup-900g-100-natural-no-preservative.html>, 28 May 2022.
- URL-2,** <https://www.dardanel.com.tr/2-lezzetlerimiz/828-taze/879-levrek-corba/#>, 28 May 2022.
- URL-3,** <https://www.food4less.com/p/fishpeople-alder-smoked-wild-salmon-chowder/0085319700408>, 28 May 2022.
- USDA. (2019).** Retrieved on December 24, 2019, from the website: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb>
- Weihrauch, J.L., Posati, L.P., Anderson, B.A. & Exler, J. (1977).** Lipid conversion factors for calculating fatty acid contents of foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **54**(1), 36-40. DOI: [10.1007/BF02671370](https://doi.org/10.1007/BF02671370)
- Zhang, G., Zheng, S., Feng, Y., Shen, G., Xiong, S. & Du, H. (2018).** Changes in nutrient profile and antioxidant activities of different fish soups, before and after simulated gastrointestinal digestion. *Molecules*, **23**, 1965. DOI: [10.3390/molecules23081965](https://doi.org/10.3390/molecules23081965)



The Effects of Dietary GroBiotic®-A on Growth Performance and Survival Rate of Green Tiger Shrimp *Penaeus semisulcatus* (de Haan, 1844) Juveniles

Metin YAZICI Mevlüt AKTAŞ Yavuz MAZLUM* Berna ÖZBEK¹

¹İskenderun Technical University, Faculty of Marine Science and Technology, Iskenderun, HATAY

Geliş/Received: 09.06.2022

Kabul/Accepted: 01.09.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Yazıcı, M., Aktaş, M., Mazlum, Y. & Özbek, B.. (2022). The effects of Dietary GroBiotic®-A on growth performance and survival rate of green tiger shrimp *Penaeus semisulcatus* (de Haan, 1844) juveniles. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 297-303.

Atf yapmak için: Yazıcı, M., Aktaş, M., Mazlum, Y. & Özbek, B. (2022). GroBiotic®-A'nın *Penaeus semisulcatus* (de Haan, 1844) yavrularının büyüme performansı ve hayatta kalma oranı üzerindeki etkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 297-303.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-9547-0966>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-7011-886X>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-7851-0014>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-1305-2750>

***Corresponding author:**

Yavuz MAZLUM
İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz
Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
İskenderun, HATAY, TÜRKİYE.
✉: yavuz.mazlum@iste.edu.tr

Abstract: In this study, the effects of GroBiotic®-A on growth performance, survival rate, and feed conversion ratio of green tiger shrimp were investigated. The commercial GroBiotic®-A was added to the commercial sea bass feed diet at four different levels (0, 0.5, 1, and 2%). *Penaeus semisulcatus* juveniles with an average weight of 1.65±0.08 g was stocked randomly in 0.785 m² cylindrical tanks and grown for 45 days. The experiment consisted of four treatment groups, each with three replications. Although the survival rate and weight gain were found highest in the group with 2% GroBiotic®-A supplementation, no difference was found (P>0.05) among the treatment groups. The feed conversion rate was best observed in the control and 2% GroBiotic®-A supplemented group, but it was found to be statistically insignificant (P>0.05). According to the results of the current study, when the growth, survival rate and feed conversion ratio are taken into account, it is thought that adding 2% GroBiotic®-A to shrimp feed will be beneficial for juvenile culture.

Keywords: Green tiger shrimp, *Penaeus semisulcatus*, prebiotic, feed additive, shrimp, growth performance, culture.

GroBiotic®-A'nın *Penaeus semisulcatus* (de Haan, 1844) Yavrularının Büyüme Performansı ve Hayatta Kalma Oranı Üzerindeki Etkileri

***Sorumlu yazar:**

Yavuz MAZLUM
İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz
Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi,
İskenderun, HATAY, TÜRKİYE.
✉: yavuz.mazlum@iste.edu.tr

Öz: Bu çalışmada Grobiyotik-A'nın yeşil kaplan karidesinin (*Penaeus semisulcatus*) büyüme, yaşama oranı ve yem değerlendirme oranı üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme yemleri, ticari levrek yemine 4 farklı düzeyde (% 0, 0,5, 1 ve 2) Grobiyotik-A ilave edilerek hazırlanmıştır. Ortalama ağırlığı 1,65±0,08g olan *Penaeus semisulcatus* yavruları 0,785 m²lik silindirik tanklarda 10 adet olarak stoklanmış ve 45 gün boyunca yetiştirilmiştir. Deneme, her biri üç tekerrürlü dört muamele grubundan oluşturulmuştur. Deme sonunda yaşama oranı ve ağırlık kazancı en yüksek %2 Grobiyotik-A ilaveli grupta gözlenmiş olmakla birlikte, önemli fark bulunmamıştır (P>0,05). Yem değerlendirme oranı en iyi kontrol ve %2 Grobiyotik-A ilaveli gruplarda gözlenmiş fakat istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0,05). Mevcut çalışmanın sonuçlarına göre büyüme, yaşama oranı ve yem değerlendirme oranı dikkate alındığında karides yemlerine %2 Grobiyotik-A ilavesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Karides, *Penaeus semisulcatus*, prebiyotik, yem katkısı, karides, büyüme performansı, yetiştiricilik.

INTRODUCTION

In order to meet the food needs of the world population, which is predicted to reach approximately 10 billion by 2050, the search for alternative food sources or

the efforts to make optimum use of existing sources have gained momentum (FAO, 2018). Fishery products obtained through fishing or aquaculture are one of the low-

cost sources of protein and essential nutrients (Hoseinifar *et al.* 2020a). However for providing maximum return in aquaculture enterprises, maximum utilization of the unit area has been made. Aquaculture in an intense environment leads to poor water quality and malnutrition, which causes stress in fish and increases their susceptibility to disease (Dinardo *et al.*, 2020; Syahidah *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2016). Antibiotics have been used successfully for a long time as the most common method of struggle against the disease problem in aquaculture. However, the emergence of resistant bacterial strains over time and the awareness of their potential harmful effects on the environment, fish and human health triggered the search for alternative products to antibiotics (Caipang *et al.*, 2019; Cunha *et al.*, 2018; Dawood *et al.*, 2021; Romero *et al.*, 2012).

The use of feed additives in aquatic diets, which has increased in recent years, is effective in both increasing the efficiency of feed and reducing stress by strengthening the immune system of the fish, thus controlling diseases (Hoseinifar *et al.*, 2020b; Nawaz *et al.*, 2018; Alnaiem *et al.*, 2021). With the use of these substances, very promising results have been obtained in increasing the efficiency of aquaculture in recent years (Ashouri *et al.*, 2020; Hoseinifar *et al.*, 2021; Miandare *et al.*, 2016; Safari and Sarkheil 2018; Yousefi *et al.* 2020). Diets prepared with functional feed additives play an important role not only in providing the necessary nutrients for the growth and development of the animals being farmed, but also in protecting the health of the animals raised by increasing their resistance to stress and disease-causing factors (Li & Gatlin, 2004; Rossi *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2016). Prebiotics are considered ideal feed additives because they are completely natural, relatively inexpensive, and can be used for long periods of time to exert their beneficial effects (Raggi *et al.*, 2012). In this respect, prebiotics have offered an important potential in aquaculture.

Prebiotics are considered ideal feed additives because they are completely natural, relatively inexpensive, and can be used for long periods of time to exert their beneficial effects (Raggi *et al.*, 2012). In this respect, prebiotics have offered an important potential in aquaculture. The most commonly used prebiotics in Aquaculture are MOS (milk oligosaccharides), FOS (fructo-oligosaccharides), scFOS (short-chain fructo-oligosaccharide), GOS (galacto-oligosaccharides), IMOS (isomalto-oligosaccharides), AROS (arabino-oligosaccharides). As an alternative to these prebiotics, GroBiotic®-A, a commercial prebiotic consisting of a mixture of partially autolyzed brewer's yeast, dried fermentation products, and milk components, has seen increased use in recent years (González-Félix *et al.*, 2018; Li & Gatlin, 2004). Although positive results have been obtained in wide variety fish species, at different trial

periods and supplemented levels, studies on the effectiveness of GroBiotic®-A in crustaceans are almost non-existent. To our knowledge, only Li *et al.*, (2009) have a study on white legs (*Litopenaeus vannamei*). To the best of our knowledge, this study will be the first attempt to apply GroBiotic®-A to an important shrimp species, green tiger shrimp (*P. semisulcatus*).

P. semisulcatus, a species of Indo-Pacific origin, passed into the Mediterranean via the Suez canal and began to spread in the Eastern Mediterranean coasts and the Gulf of Iskenderun (Kumlu *et al.*, 2000). Due to the fact that this region is suitable in terms of food and living environment for *P. semisulcatus*, a dense population has formed here, which has allowed widespread hunting (Aktaş & Kumlu, 1999). The fact that it is resistant to fluctuations in environmental factors, shows good growth, price and high market demand shows that this shrimp species will have a suitable potential for aquaculture in the Eastern Mediterranean coasts of Turkey (Aktaş & Kumlu, 1999; Aktaş *et al.*, 2014). Although some trial studies have been carried out for its cultivation, these have not been carried out on a large scale (Kaya *et al.*, 2020). Nutrition in the larval period, cannibalism and survival rates emerge as the most important obstacles in breeding. Therefore, in this study, the effects of adding GroBiotic®-A, which has positive effects on other aquatic organisms, to green tiger shrimp *P. semisulcatus* feeds on growth and survival rates were investigated.

MATERIAL AND METHOD

Experimental animals and rearing conditions:

In this study, shrimps hatched in the fish breeding and rearing unit of İskenderun Technical University/Faculty of Marine Sciences and Technology were used. The shrimps were kept in earthen ponds for a certain period of time and then transferred to the tanks where the experiment would take place. A total of 120 shrimp weighing 1.65 g were stocked as 10 individuals in 1 m³ cylindrical fiberglass tanks (Figure 1) by using a randomized experimental design. After a one-week adaptation period, the shrimp was fed and started to experiment. During the experiment, dissolved oxygen (DO, mg/L), temperature (°C) and salinity (ppt) were measured daily with an oxygen meter (YSI, Model Y85). DO, water temperature and salinity were determined as 6.45±0.43mg/L, 27.75±1.18°C and 38.5 ppt, respectively. The experiment lasted 45 days.

Experimental Design and Preparation of

Experimental Diet: Experimental feed was prepared by adding GroBiotic®-A to the control feed at four different levels, 0% (control), 1%, 1.5%, and 2% groups. GroBiotic®-A was kindly supplied from International Ingredient Corporation (St Louis, MO, USA). The addition

of GroBiotic®-A to commercial feeds was carried out with Alphie1 with a 3-dimensional mixing feature. The prepared diets were kept in plastic containers at +4 °C until used. Each treatment group was performed in three replications. Fish were fed twice a day ad libitum during the 45-day study.

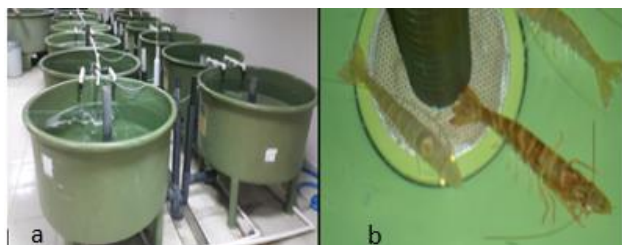


Figure 1. (a): a view of the tanks used in the study, (b): experimental animal.

Measuring Growth Performance and Survival Rate of Experimental Fish: Measurement of growth performance parameters was performed on day 0, day 20 and day 45 and survival was monitored daily by using the formulas below (Hoseinifar et al., 2020)

$$\text{Weight gain (WG)} = W_2 \text{ (g)} - W_1 \text{ (g)};$$

$$\text{Specific Growth Rate (SGR)} = 100 [\ln W_2 - \ln W_1]/T;$$

W_1 is initial weight (g), W_2 is final weight (g), T is time (days),

$$\text{Feed Conversion Ratio (FCR)} = \text{FO}/\text{WG},$$

FO is feed offered (g) and WG is weight gain (g),

Survival Rate was also measured at the end of the experiment the as following formula:

$$\text{Survival} = (N_f/N_0) * 100;$$

where N_0 is initial number of fish and N_f is final number of fish

Statistical Analysis: SPSS package program was used in the calculation of statistical analysis. Homogeneity of variances was tested before comparisons between treatment groups were performed.

One-way analysis of variance (One-way ANOVA) was used for statistical comparisons among the treatment groups, while Duncan's multiple comparison tests were used to compare means.

RESULTS AND DISCUSSION

Although various studies have been conducted to investigate the effects of probiotics on growth parameters such as survival rate, weight gain and specific growth rate in fish (Adel et al., 2016; Gonzalez et al., 2018), but studies in crustaceans are limited. At the end of the 45-day trial study, weight gain, feed conversion rate, specific growth rate and survival rates were determined (Table 1, Figure 1). In the present study, it was determined that the addition of GroBiotic®-A to the feed did not affect the growth

parameters such as weight gain, specific growth rate and FCR of green tiger shrimp (Table 1).

Studies conducted on crustaceans and fish to date have been applied in the form of adding prebiotic substances directly to the diet, giving them together with probiotics or giving them together with live feeds such as artemia and rotifer (Naz et al., 2021). It has been shown that used MOS, the most studied prebiotic, is added to feed, it improves growth and survival of shrimps at different developmental stages. When added to the diet, MOS is found in post-larvae of green tiger shrimp (*P. semisulcatus*) (Genç et al., 2007), juvenile black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) (Sang et al., 2014), and western king shrimp juveniles (*Penaeus latisulcatus*) showed an increase in specific growth rate (SGR) and final weight. In our current study, there was no significant difference in growth performance among the treatment groups. This situation can be attributed to factors such as starting the experiment after the shrimps used in the experiment have completed the nursery stage in open ponds, filtering of the water except for UV, size of the shrimp, the feed content, and the experiment duration. On the other hand, in a study on freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*) by Mazlum et al., (2011), it was found that MOS (0, 1.5, 3.0, and 4.5 g kg⁻¹) added to the feed at different doses was found to increase body weight. On the other hand, it was reported that there was no significant change in feed conversion ratio (FCR). Genç et al. (2007) emphasized that green tiger shrimp fed with the addition of 3 g kg⁻¹ MOS provided a better feed utilization rate.

On the other hand, the results of studies on the growth performance of Grobiotic-A in fish are conflicting. Previous studies indicated that GroBiotic®-A has no effect on growth performance in rainbow trout (Betiku et al., 2018; Bockus et al., 2021; Sealey et al., 2007), brown trout *Salmo trutta macrostigma*, (Sönmez et al., 2020), European sea bass *Dicentrarchus labrax*, (Yazıcı et al., 2020), red drum (Buentello et al., 2010; Rossi et al., 2017) and tilapia (Peredo et al., 2015; Vechklang et al., 2012). However, some researchers reported that Grobiotics showed an increase in growth performance in their studies with rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Azari et al., 2011), red drum *Sciaenops ocellatus* (Anguiano et al., 2013), tilapia *Oreochromis niloticus*, (Zheng et al., 2011) fathead minnow *Pimephales promelas*, (Lochmann et al., 2011), great sturgeon *Huso huso* (Adel et al., 2016), starry flounder *Platichthys stellatus* (Wang et al., 2016), largemouth bass *Micropterus salmoides* (Yu et al., 2019).

Considering the survival rate; in our study, although the survival rate was high in the 2% GBA supplemented groups, it was statistically insignificant (Table 1, Figure 1). In line with our study, it was understood that the addition of 5 g kg⁻¹ MOS did not affect

the survival rate of king prawns. In contrast, the addition of MOS to the feed (2, 4, 6 and 8 g kg⁻¹) for *L. vannamei* (Zhang et al., 2012) and 3 and 4.5 g kg⁻¹ MOS for *P. semisulcatus* shrimp (Genç et al., 2007) reported that it increased the survival rate. An increased survival rate has been reported in white shrimp fed MOS from desiccated coconut as an alternative source of prebiotics (Rungrassamee et al., 2014). Meanwhile, Li et al., (2009) stated that there was no difference between the control group and the GroBiotic®-A supplemented groups.

Similar to the results obtained in our study, the addition of GBA did not affect the survival rate of fish in rainbow trout (Betiku et al., 2018; Bockus et al., 2021), red drum (Buentello et al., 2010; Rossi et al., 2017), tilapia (Vechklang et al., 2012), starry flounder (Wang et al., 2016), goldfish (Raggi et al., 2012), *Totoaba macdonaldi* (González-Félix et al., 2018), Largemouth bass (Yu et al., 2019) and European sea bass (Yazıcı et al., 2020).

In the findings of the FCR value, the lowest value was obtained from the control group, and the highest value was obtained from the group with 1% GBA added. However, statistical differences were not observed between the control and experimental groups. As for SGR, the highest increase was observed in the group supplementation with 2% GBA, and the lowest was found in the group with 1% GBA supplementation (Table 1). Similarly, no statistical differences were observed between the control and supplement groups ($P>0.05$).

Table 1. Mean and standard deviation (\pm SD) of initial weight, weight gain, SGR, FCR, and survival of different levels of GroBiotic®-A on growth performance of green tiger shrimp.

Parameters	Control	1% GBA	1.5% GBA	2% GBA
Initial body weight (g)	1.65 \pm 0.07	1.64 \pm 0.14	1.64 \pm 0.08	1.63 \pm 0.06
Final body weight (g)	3.48 \pm 0.11	3.26 \pm 0.19	3.59 \pm 0.15	3.84 \pm 0.2
Weight gain (g)	1.83 \pm 0.12	1.62 \pm 0.25	1.95 \pm 0.51	2.21 \pm 0.28
Feed conversion ratio (FCR %)	2.16 \pm 0.25	2.63 \pm 0.09	2.31 \pm 0.63	2.24 \pm 0.71
Specific growth rate (SGR %)	0.016 \pm 0.001	0.015 \pm 0.002	0.017 \pm 0.003	0.019 \pm 0.002
Survival rate (SR %)	60.00 \pm 10.0	60.00 \pm 10.0	56.66 \pm 15.27	73.33 \pm 5.77

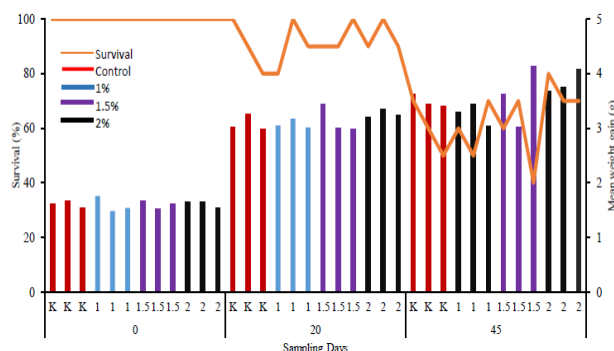


Figure 2. Mean weight gain and survival rate on different sample days of green tiger shrimp fed different levels of GroBiotic®-A.

CONCLUSION

In this preliminary study, it was observed that GBA showed a statistically insignificant increasing trend

in growth performance and survival rate. The best results were observed in the 2% GBA supplemented groups. In the future, before recommending the sectoral use of GroBiotic®-A, it would be useful to investigate the effects of shrimps of different sizes on immune response, digestive enzyme activity and disease resistance at different feeding periods.

REFERENCES

- Adel, M., Nayak, S., Lazado, C.C. & Yeganeh, S. (2016). Effects of dietary prebiotic GroBiotic®-A on growth performance, plasma thyroid hormones and mucosal immunity of great sturgeon, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, **32**, 825-831. DOI: [10.1111/jai.13153](https://doi.org/10.1111/jai.13153)
- Aktaş, M. & Kumlu, M. (1999). Gonadal Maturation and Spawning of *Penaeus semisulcatus* (Penaeidae: Decapoda). *Turkish Journal of Zoology*, **23**, 61-66.
- Aktaş, M., Cığır, O., Genç, E., Genç, M.A. & Çavdar, N. (2014). Effects of mannan oligosaccharide and serotonin on molting, growth, body composition and hepatopancreas histology of white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **14**(1), 205-211.
- Alnaiem, O. & Aydın, H. (2021). The Effect of Different Proportions of Rosehip (*Rosa canina*, L.) Oil Added to Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, L.) Feed on Growth Performance. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, **6**(2), 217-223. DOI [10.35229/jaes.872460](https://doi.org/10.35229/jaes.872460)
- Anguiano, M., Pohlenz, C., Buentello, A. & Iii, D.M.G. (2013). The effects of prebiotics on the digestive enzymes and gut histomorphology of red drum (*Sciaenops ocellatus*) and hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*). *British Journal of Nutrition*, **109**, 623-629. DOI: [10.1017/S0007114512001754](https://doi.org/10.1017/S0007114512001754)
- Ashouri, G., Mahboobi Soofiani, N., Hoseinifar, S.H., Jalali, S.A.H., Morshedi, V., Valinassab, T., Bagheri, D., Van Doan, H., Torfi Mozanadeh, M. & Carnevali, O. (2020). Influence of dietary sodium alginate and *Pediococcus acidilactici* on liver antioxidant status, intestinal lysozyme gene expression, histomorphology, microbiota, and digestive enzymes activity, in Asian sea bass (*Lates calcarifer*) juveniles. *Aquaculture*, **518**, 1-10. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2019.734638](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734638)
- Azari, A.H., Hashim, R., Takami, G.A., Farabi, S.M.V., Darvish, M. & Safari, R. (2011). Effect of prebiotic (GroBiotic®-A) on the growth performance and intestinal microflora on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Journal of Reserach Biology*, **1**, 325-334
- Adel, M., Nayak, S., Lazado, C.C. & Yeganeh, S. (2016). Effects of dietary prebiotic GroBiotic®-A on

- growth performance, plasma thyroid hormones and mucosal immunity of great sturgeon, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, **32**, 825-831. DOI: [10.1111/jai.13153](https://doi.org/10.1111/jai.13153)
- Anguiano, M., Pohlenz, C., Buentello, A. & Iii, D.M.G. (2013).** The effects of prebiotics on the digestive enzymes and gut histomorphology of red drum (*Sciaenops ocellatus*) and hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*). *British Journal of Nutrition*, **109**, 623-629. DOI: [10.1017/S0007114512001754](https://doi.org/10.1017/S0007114512001754)
- Ashouri, G., Mahboobi Soofiani, N., Hoseinifar, S.H., Jalali, S.A.H., Morshedi, V., Valinassab, T., Bagheri, D., Van Doan, H., Torfi Mozanzadeh, M. & Carnevali, O. (2020).** Influence of dietary sodium alginate and *Pediococcus acidilactici* on liver antioxidant status, intestinal lysozyme gene expression, histomorphology, microbiota, and digestive enzymes activity, in Asian sea bass (*Lates calcarifer*) juveniles. *Aquaculture*, **518**, 1-10. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2019.734638](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734638)
- Azari, A.H., Hashim, R., Takami, G.A., Farabi, S.M.V., Darvish, M. & Safari, R. (2011).** Effect of prebiotic (GroBiotic®-A) on the growth performance and intestinal microflora on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Journal of Reserach Biology*, **1**, 325-334
- Betiku, Omolola C, Yeoman, C.J., Gibson Gaylord, T., Duff, G.C., Hamerly, T., Bothner, B., Block, S.S. & Sealey, W.M. (2018b).** Differences in amino acid catabolism by gut microbes with/without prebiotics inclusion in GDDY-based diet affect feed utilization in rainbow trout. *Aquaculture*, **490**, 108-119. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2017.09.006](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.09.006)
- Bockus, A.B., Rawles, S.D., Sealey, W.M., Conley, Z.B., Gaylord, G., States, U., Usda, A., Ars, S., Dupree, H.K. & National, S. (2021).** Effects of elevated temperature and dietary additives Thermal Care™, Bio-Mos®, and GroBiotic® A on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance. *Aquaculture*, **544**, 737084. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2021.737084](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737084)
- Buentello, J.A., Neill, W.H. & Gatlin, D.M. (2010).** Effects of dietary prebiotics on the growth, feed efficiency and non-specific immunity of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus* fed soybean-based diets. *Aquaculture Research*, **41**, 411-418. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2009.02178.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02178.x)
- Caipang, C.M.A., Mabuhay-omar, J. & Gonzales-plasus, M.M. (2019).** Plant and fruit waste products as phytogetic feed additives in aquaculture. *AAFL Bioflux*, **12**(1), 261-268.
- Cunha, J.A., Heinzmann, B.M. & Baldisserotto, B. (2018).** The effects of essential oils and their major compounds on fish bacterial pathogens – a review. *Journal of Applied Microbiology*, **125**, 328-344. DOI: [10.1111/jam.13911](https://doi.org/10.1111/jam.13911)
- Dawood, M.A.O., El Basuini, M.F., Zaineldin, A.I., Yilmaz, S., Hasan, M.T., Ahmadifar, E., El Asely, A.M., Abdel-Latif, H.M.R., Alagawany, M., Abu-Elala, N.M., Van Doan, H. & Sewilam, H. (2021).** Antiparasitic and antibacterial functionality of essential oils: An alternative approach for sustainable aquaculture. *Pathogens*, **10**, 1-38. DOI: [10.3390/pathogens10020185](https://doi.org/10.3390/pathogens10020185)
- Dinardo, F.R., Deflorio, M., Casalino, E., Crescenzo, G. & Centoducati, G. (2020).** Effect of feed supplementation with *Origanum vulgare* L. essential oil on sea bass (*Dicentrarchus labrax*): A preliminary framework on metabolic status and growth performances. *Aquaculture Reports*, **18**, 100511. DOI: [10.1016/j.aqrep.2020.100511](https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100511)
- FAO, 2018.** The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050. Rome.
- Genc, M.A., Aktas, M., Genc, E. & Yilmaz, E. (2007).** Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). *Aquaculture Nutrition*, **13**, 156-161.
- Gonzalez-Felix, M.L., Gatlin, D.M., Urquidez-Bejarano, P., de la Reé-Rodríguez, C., Duarte-Rodríguez, L., Sánchez, F., Casas-Reyes, A., Yamamoto, F.Y., Ochoa-Leyva, A. & Perez-Velazquez, M. (2018).** Effects of commercial dietary prebiotic and probiotic supplements on growth, innate immune responses, and intestinal microbiota and histology of *Totoaba macdonaldi*. *Aquaculture*, **491**, 239-251. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2018.03.031](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.03.031)
- Hoseinifar, S.H., Shakouri, M., Doan, H. Van, Shafiei, S., Yousefi, M., Raeisi, M., Yousefi, S., Harikrishnan, R. & Reverter, M. (2020a).** Dietary supplementation of lemon verbena (*Aloysia citrodora*) improved immunity, immune-related genes expression and antioxidant enzymes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Shellfish Immunology*, **99**, 379-385. DOI: [10.1016/j.fsi.2020.02.006](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.02.006)
- Hoseinifar, S.H., Sun, Y.Z., Zhou, Z., Van Doan, H., Davies, S.J. & Harikrishnan, R. (2020b).** Boosting Immune Function and Disease Bio-Control Through Environment-Friendly and Sustainable Approaches in Finfish Aquaculture: Herbal Therapy Scenarios. *Review Fisheries Scientific Aquaculture*, **28**, 303-321. DOI: [10.1080/23308249.2020.1731420](https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1731420)
- Hoseinifar, S.H., Yousefi, S., Doan, H. Van, Ashouri, G., Gioacchini, G., Maradonna, F. & Carnevali, O. (2021).** Oxidative Stress and Antioxidant Defense in Fish: The Implications of Probiotic, Prebiotic, and Synbiotics Oxidative Stress and Antioxidant Defense in Fish: The Implications. *Review Fisheries Scientific Aquaculture*, **29**, 198-217. DOI: [10.1080/23308249.2020.1795616](https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1795616)
- Kaya, D., Genc, E., Genc, M.A., Aktas, M., Eroldogan, O.T. & Guroy, D. (2020).** Biofloc technology in recirculating aquaculture system as a culture model for green tiger shrimp, *Penaeus semisulcatus*: Effects of different feeding rates

- and stocking densities. *Aquaculture*, 528, 735526. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2020.735526](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735526)
- Kumlu, M., Eroldogan, O.T. & Aktas, M. (2000).** Effects of temperature and salinity on larval growth, survival and development of *Penaeus semisulcatus*. *Aquaculture*, 188, 167-173.
- Kumlu, M., Aktas, M. & Eroldogan, O.T. (2003).** Pond Culture of *Penaeus semisulcatus* (De Haan, 1844) in Sub-tropical Conditions of Türkiye. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(3), 367-372.
- Li, P. & Gatlin, D.M. (2004).** Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops X M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture*, 231, 445-456. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2003.08.021](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.08.021)
- Li, P., Wang, X., Murthy, S., Gatlin, D.M., Castille, F.L. & Lawrence, A.L. (2009).** Effect of dietary supplementation of brewer's yeast and GroBiotic®-A on growth, immune responses, and low-salinity tolerance of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured in recirculating systems. *Journal of Applied Aquaculture*, 21, 110-119. DOI: [10.1080/10454430902892917](https://doi.org/10.1080/10454430902892917)
- Lochmann, R., Phillips, H. & Xie, L. (2011).** Effects of a dairy-yeast prebiotic and water hardness on the growth performance, mineral composition and gut microflora of fathead minnow (*Pimephales promelas*) in recirculating systems. *Aquaculture*, 320(1), 76-91. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2011.08.004](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.004)
- Mazlum, Y., Yilmaz, E., Genç, M. A., & Guner, O. (2011).** A preliminary study on the use of mannan oligosaccharides (MOS) in freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 juvenile diets. *Aquaculture International*, 19(1), 111-119.
- Miandare, H.K., Farvardin, S., Shabani, A., Hoseinifar, S.H. & Ramezanzpour, S.S. (2016).** The effects of galactooligosaccharide on systemic and mucosal immune response, growth performance and appetite related gene transcript in goldfish (*Carassius auratus gibelio*). *Fish Shellfish Immunology*, 55, 479-483. DOI: [10.1016/j.fsi.2016.06.020](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.06.020)
- Naz, M., Diken, G., Yazıcı, M., Mazlum, Y., Sayin, S., & Soyler, O. (2021).** The changes in alkaline, neutral and acid protease activities of *Artemia* enriched with commercial emulsion and different additive combinations. *Aquatic Sciences and Engineering*, 36(3), 152-158. DOI: [10.26650/ASE2020793132](https://doi.org/10.26650/ASE2020793132)
- Nawaz, A., Bakhsh javaid, A., Irshad, S., Hoseinifar, S.H. & Xiong, H. (2018).** The functionality of prebiotics as immunostimulant: Evidences from trials on terrestrial and aquatic animals. *Fish Shellfish Immunology*, 76, 272-278. DOI: [10.1016/j.fsi.2018.03.004](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.03.004)
- Peredo, A.M., Buentello, A., Gatlin, D.M. & Hume, M.E. (2015).** Evaluation of a dairy-yeast prebiotic in the diet of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of World Aquaculture Society*, 46, 92-101. DOI: [10.1111/jwas.12170](https://doi.org/10.1111/jwas.12170)
- Raggi, T., Iii, D.M.G., Raggi, T. & Iii, D.M.G. (2012).** Prebiotics Have Limited Effects on Nutrient Digestibility of a Diet Based on Fish Meal and Soybean Meal in Goldfish. Prebiotics Have Limited Effects on Nutrient Digestibility of a Diet Based on Fish Meal and Soybean Meal in Goldfish. *North American Journal of Aquaculture*, 74, 400-407. DOI: [10.1080/15222055.2012.675997](https://doi.org/10.1080/15222055.2012.675997)
- Romero, J., Gloria, C. & Navarrete, P. (2012).** Antibiotics in Aquaculture – Use, Abuse and Alternatives. *Health and Environment in Aquaculture*, 159-198. DOI: [10.5772/28157](https://doi.org/10.5772/28157)
- Rossi, W., Ju, M., Hume, M.E., Tomasso, J.R. & Gatlin, D.M. (2017).** Nutrition of red drum, *Sciaenops ocellatus* L.: An additional evaluation of the effects of soya-based diets and supplemental prebiotic. *Aquaculture Research*, 48, 5224-5234. DOI: [10.1111/are.13334](https://doi.org/10.1111/are.13334)
- Rossi, W., Tomasso, J.R. & Gatlin III, D.M. (2015).** Production performance and non-specific immunity of cage-raised red drum, *Sciaenops ocellatus*, fed soybean-based diets. *Aquaculture*, 443, 84-89. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2015.03.012](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.03.012)
- Rungrassamee, W., Klanchui, A., Maibunkaew, S., Chaiyapechara, S., Jiravanichpaisal, P., & Karoonuthaisiri, N. (2014).** Characterization of intestinal bacteria in wild and domesticated adult black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *PloSone*, 9(3), e91853.
- Safari, O. & Sarkheil, M. (2018).** Dietary administration of eryngii mushroom (*Pleurotus eryngii*) powder on haemato-immunological responses, bactericidal activity of skin mucus and growth performance of koi carp fingerlings (*Cyprinus carpio koi*). *Fish Shellfish Immunology*, 80, 505-513. DOI: [10.1016/j.fsi.2018.06.046](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.06.046)
- Sang, H.M., Kien, N.T. & Thanh Thuy, N.T. (2014).** Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, survival, physiological, immunological and gut morphological conditions of black tiger prawn (*Penaeus monodon*, Fabricius 1798). *Aquaculture Nutrition*, 20(3), 341-348.
- Sealey, W.M., Barrows, F.T., Johansen, K.A., Overturf, K., LaPatra, S.E. & Hardy, R.W. (2007).** Evaluation of the Ability of Partially Autolyzed Yeast and Grobiotic-A to Improve Disease Resistance in Rainbow Trout. *North American Journal Aquaculture*, 69, 400-406. DOI: [10.1577/a06-080.1](https://doi.org/10.1577/a06-080.1)
- Sönmez, H., Yazıcı, M. & Özer, S. (2020).** Effects of Grobiotic®-A on growth, whole body composition, and intestinal histology of endangered brown trout (*Salmo trutta macrostigma*). *Marine Life Science*, 2, 105-112.
- Syahidah, A., Saad, C.R., Daud, H.M. & Abdelhadi, Y.M. (2015).** Status and potential of herbal

applications in aquaculture: A review. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, **14**, 27-44.

- Vechklang, K., Lim, C., Boonanuntanasarn, Surintorn Welker, T., Ponchunchuwong, S., Klesius, P.H. & Wanapu, C. (2012).** Growth Performance and Resistance to *Streptococcus iniae* of Juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed Diets Supplemented with GroBiotic-A and Brewtech Dried Brewers Yeast. *Journal of Applied Aquaculture*, **24**, 183-198. DOI: [10.1080/10454438.2012.678786](https://doi.org/10.1080/10454438.2012.678786)
- Wang, J., Zhang, D., Sun, Y., Wang, S., Li, P., Gatlin, D.M. & Zhang, L. (2016).** Effect of a dairy-yeast prebiotic (GroBiotic®-A) on growth performance, body composition, antioxidant capacity and immune functions of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). *Aquaculture Research*, **47**, 398-408. DOI: [10.1111/are.12501](https://doi.org/10.1111/are.12501)
- Yazıcı, M., Mazlum, Y., Naz, M., Sayın, S., Ürkü, Ç. & Akaylı, T. (2020).** Effects of GroBiotic®-A supplementation on growth performance, body composition and liver and intestine histological changes in European Seabass (*Dicentrarchus Labrax*) juveniles. *Ege Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, **37**, 389-396. DOI: [10.12714/egejfas.37.4.10](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.4.10)
- Yousefi, S., Monsef Shokri, M., Allaf Noveirian, H. & Hoseinifar, S.H. (2020)** Effects of dietary yeast cell wall on biochemical indices, serum and skin mucus immune responses, oxidative status and resistance against *Aeromonas hydrophila* in juvenile Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *Fish Shellfish Immunology*, **106**, 464-472. DOI: [10.1016/j.fsi.2020.08.007](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.08.007)
- Yu, H.H., Liang, X.F., Chen, P., Wu, X.F., Zheng, Y.H., Luo, L., Qin, Y.C., Long, X.C. & Xue, M. (2019).** Dietary supplementation of Grobiotic®-A increases short-term inflammatory responses and improves long-term growth performance and liver health in largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture*, **500**, 327-337. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2018.10.033](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.033)
- Zhang, J., Liu, Y., Tian, L., Yang, H., Liang, G. & Xu, D. (2012).** Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, gut morphology and stress tolerance of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, **33**(4), 1027-1032.
- Zheng, Z.L., Iii, D.M.G. & Ye, J.M. (2011).** Evaluation of the Ability of GroBiotic®-A to Enhance Growth, Muscle Composition, Immune Responses, and Resistance Against *Aeromonas hydrophila* in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of World Aquaculture Society*, **42**, 549-557.



An Innovative Approach in The Field of Health: Nanoparticles/Nanomedicine

Volkan Enes ERGÜDEN¹ Alper ÇİFTÇİ^{2*}

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

“Scholar of 100/2000” 55220 Atakum, Samsun, Türkiye

²University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Microbiology, 55220 Atakum, Samsun, Türkiye

Geliş/Received: 27.06.2022

Kabul/Accepted: 31.08.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Ergüden, V.E. & Çiftçi, A. (2022). An Innovative Approach in The Field of Health: Nanoparticles/Nanomedicine. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 304-313.

Atıf yapmak için: Ergüden, V.E. & Çiftçi, A. (2022). Sağlık Alanında Yenilikçi Bir Yaklaşım: Nanopartiküller/Nanotıp. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 304-313.

*[id](https://orcid.org/0000-0001-8370-8677): <https://orcid.org/0000-0001-8370-8677>
[id](https://orcid.org/0000-0003-2215-2868): <https://orcid.org/0000-0003-2215-2868>

***Corresponding author:**

Alper ÇİFTÇİ
University of Ondokuz Mayıs, Faculty of
Veterinary Medicine, Department of Veterinary
Microbiology Microbiology, 55220 Atakum,
Samsun, Türkiye.
✉: aciftci@omu.edu.tr

Abstract: Since diseases began to play a role in human history, people have sought ways to heal and prevent disease. This struggle started in hunter-gatherer communities that lived tens of thousands of years ago and has survived to the present day. Nanotechnology is one of the current stops of today's modern medicine, which includes fine techniques that people with the mission of healing diseases in ancient times cannot even imagine. In this review, nanoparticles, which is product of nanotechnology, are classified according to various methods and the methods used during their preparation are mentioned. The underlying are principles of nanoparticles being used as drug delivery, imaging and vaccine adjuvants, and toxicity of nanoparticles have been investigated. Some of the nanoparticle applications that currently used in veterinary medicine and have the potential to be applied in the future are also mentioned.

Keywords: Nanoparticles, nanotechnology, vaccine delivery.

Sağlık Alanında Yenilikçi Bir Yaklaşım: Nanopartiküller/Nanotıp

***Sorumlu yazar:**

Alper ÇİFTÇİ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Veterinerlik Mikrobiyoloji
Anabilim Dalı, 55220 Atakum, Samsun,
Türkiye.
✉: aciftci@omu.edu.tr

Öz: Hastalıklar insanlık tarihinde rol oynamaya başladığından beri insanlar hastalıkları iyileştirmenin ve hastalıklardan korunmanın yollarını aramışlardır. Bu mücadele on binlerce yıl öncesinde yaşamış olan avcı-toplayıcı topluluklarda başlamış, günümüze kadar gelmiştir. Eski çağlarda hastalıkları iyileştirme misyonunu yüklenmiş insanların hayal dahi edemeyeceği ince teknikleri barındıran günümüz modern tıbbının gelmiş olduğu güncel duraklardan birisi de nanoteknolojidir. Bu derlemede bir nanoteknoloji ürünü olan nanopartiküller çeşitli metotlara göre sınıflandırılmıştır ve hazırlanmaları sırasında kullanılan yöntemlerden bahsedilmektedir. Nanopartiküllerin ilaç iletimi, görüntüleme ve aşı adjuvanları olarak kullanılabilmelerinin altında yatan prensipler ile birlikte nanopartiküllerin toksisitesi konuları incelenmiştir. Nanopartiküllere yönelik veteriner hekimlikte günümüzde kullanılmakta olan ve gelecekte uygulanma potansiyeli bulunan uygulamalardan bazılarında da değinilmiştir.

Anahtar kelimeler: Aşı iletimi, nanopartiküller, nanoteknoloji.

INTRODUCTION

The goal of humanity since ancient times has been to protect themselves against life-threatening diseases.

Accordingly, everything started with the thought that the Indians and Buddhists believe, anyone who drinks snake venom can protect themselves from being poisoned. Following the lead of Edward Jenner's idea that cowpox

should protect people from smallpox, a new era was opened and the field of medicine became closely interested in the concept of improving immunity against potentially deadly diseases (Plotkin et al., 2013). However, with the spread of infectious diseases, the need of developing new effective vaccines emerged. Most vaccines are formulated to mimic pathogens, thereby stimulating an individual's immunity to disease. Nevertheless, vaccine development has not always been such a simple task. Therefore, many studies have been initiated to obtain detailed information on the recognition of the immune system against antigens, which has led to the synthesis of many vaccines with antibody and cell-mediated protection mechanisms (Li et al., 2013).

The impact of mass vaccination practices on global health has been great. Thanks to this, infectious diseases such as smallpox have been eliminated, and diseases like polio and diphtheria have become less life-threatening. Despite the overall success of vaccination, there is still an urgent need to develop new vaccines against diseases such as cancer, tuberculosis and malaria that cause deaths globally. It is also necessary to develop conventional vaccines for populations with immune system disorders. In vaccine development studies, there has been a shift in direction from whole cell vaccines and live attenuated vaccines to safer subunit vaccines. However, new vaccine candidates alone cannot produce an adequate immune response. Therefore, adjuvants are required that can enhance, accelerate and/or prolong the specific immune response. Vaccines designed to produce a long-lasting and protective antibody response against pathogens primarily consist of antigen and adjuvant. Conventionally, antigens have been obtained from inactivated microorganisms. However, this situation has started to decrease and nowadays synthetic peptides and recombinant proteins have become preferred because they are safer (Nordly et al., 2009).

Structures considered as new vaccine candidates are generally weakly immunogenic and susceptible to degradation. Therefore, they need new adjuvants that optimize their immunogenicity. These novel nanoparticle-based adjuvants can be designed to reduce dosage frequency by an appropriate route of administration to induce a specific immune response (Scheerlinck et al., 2006; Wang et al., 2011).

Nanotechnology is a science that has its origins in precision engineering. Nano is a Latin word meaning dwarf, and the idea of nanotechnology was first proposed by Nobel laureate physicist Richard Feynman in 1952 in Southern California (Kakade, 2003; Buzea et al., 2007). Feynman, at conferences long before nanotechnologies were designed, pointed out that objects consisting of only a few atoms are small enough to affect the physical properties of quantum mechanics, and the importance of miniaturization in this

context. The famous quote he said in 1959, "There's plenty of room down there", also draws attention to this issue.

According to the definition of the International System of Units (Système international d'unités, SI), a nanometer (nm) is a unit of length 10^{-9} meters long. In general, nanomaterials (NM) are defined as materials with at least one dimension, 1-100 nm in diameter, 1-1000 nm in length. Today, the European Union (EU) and the United States of America (USA) have different definitions of NMs and there is no single internationally accepted definition. It is known that different organizations also have disagreements on the definition of NMs (Boverhof et al., 2015; Jeevanandam et al., 2018). For over 30 years, nanoparticles have been defined as ordered structures with diameters less than 1000 nm (Brigger et al., 2002). However, a definition has been made recently by the British Standards Institute. Nano objects with three external nanoscale dimensions are defined as nanoparticles (BSI, 2011). When the longest and shortest axis lengths of a nano-object are different, the terms nanorod or nanoplate can be used instead of nanoparticle (NP) (Jeevanandam et al., 2018).

In the literal sense, the term nanotechnology was popularized by Eric Drexler in the 1980s. Nanotechnology is the technology of experimenting and manipulating particles called nanoparticles (Verma et al., 2012). Nanotechnology offers the opportunity to design nanoparticles on parameters that vary in composition, size, shape and surface properties for use in fields such as medicine and veterinary medicine (Moghimi et al., 2005; Couvreur & Vauthier, 2006). Due to their similarity in size to cellular components, nanoparticles can enter living cells by the cellular endocytosis mechanism, especially using pinocytosis (Treuel et al., 2013). Nanoparticles have revolutionized the diagnosis of diseases, the use of biological-active substances in preventive medicine or the treatment of diseases. The emergence of virus-like particles (VLPs) and the re-understanding of the importance of nanoparticles such as quantum dots and magnetic nanoparticles indicates the convergence of protein biotechnology with inorganic nanotechnology, which promises a significant advance for the field of nanomedicine (Pankhurst et al., 2003; Tissot et al., 2008). Approved nanotechnology vaccine and drug delivery systems highlight the revolution in disease prevention and treatment (Maurer et al., 2005; Couvreur & Vauthier, 2006; Roldão et al., 2010).

CLASSIFICATION OF NANOPARTICLES

There are many classifications of nanoparticles depending on their origin, shape, structure and application purpose. They are classified under four main categories: according to their structure and usage, origin, shape and various other classifications (Table 1).

Table 1. Classifications of nanoparticles (El-Sayed & Kamel, 2018).

Classification	Nanoparticles
According to their structure and usage	Polymeric Nanoparticles
	Liposomes
	Fullerenes and Bucky tubes
	Microbivores and Respirocytes
	Nano Shells
	Quantum Dots
	Solid Lipid Nanoparticles
	Magnetic Iron Oxide Nanoparticles
	Dendrimers
	Nano Emulsion
	Nano Bubbles
	Aluminosilicate Nanoparticles
	Polymeric Micelles
	Polymer-coated Nanocrystals
	Polymeric Nanospheres
	Metallic Nanoparticles
Ceramic Nanoparticles	
According to their origin	Inorganic Nanoparticles
	Organic Nanoparticles
	Hybrid Nanoparticles
According to their shape	They are classified as spheres, tubes or drops depending on the application purposes such as therapeutic, diagnostic, vaccine administration, nutrition
Various other classifications	Structures that strengthen the immune system
	Virus-like particles
	Self-assembling structures/proteins

NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS

Nanotechnology is seen as an area that can provide solutions to numerous problems in terms of improving animal health and production.

Nanoparticles as Drug Delivery Systems: The use and efficacy of many currently available pharmacological agents are limited by their low bioavailability and undesirable side effects. Approximately 95% of all potential therapeutic agents have poor bioavailability and pharmacokinetics (Brayden, 2003). Nanoparticle-based drug delivery systems can be designed to overcome such problems and improve the therapeutic index and safety profile of the substances transported by these systems. Nanoparticles have shown remarkable efficacy in many studies targeting the delivery of antimicrobials (Cordeiro et al., 2000), analgesics (Rose et al., 2005), anti-inflammatory (Metselaar et al., 2003) and anti-neoplastic agents (Hofheinz et al., 2005). Until about 10 years ago, there are at least 30 nanoparticle-based therapeutic products and more than 200 nanoparticle drug delivery systems, which were approved for clinical use in humans and are still in clinical studies (Wagner et al., 2006; Bawa, 2008). Today, it is known that there are at least 50 nanoparticle-based therapeutic products approved for clinical use in humans, and this number is increasing. Many of these therapeutics are prohibitively expensive for use in veterinary medicine, but several nanoparticle formulations are currently available in the veterinary field. As nanoparticle production facilities develop, these therapeutics will become more suitable for use in the veterinary field (Sainz et al., 2015; Ventola, 2017; Agrahari & Agrahari, 2018).

Nanoparticles improve the therapeutic index of the pharmaceutical agents they carry through four key mechanisms. First, they ensure the use of drugs that would be insoluble or unstable under other conditions when used. Secondly, they increase the concentration of the pharmaceutical at the site of action targeted by the pharmaceutical, resulting in greater efficacy. Thirdly, they reduce systemic toxicity and drug concentration in healthy tissues, primarily because the accumulation occurs at target sites. Lastly, the lower clearance of nanoparticles compared to the parent drug allows nanoparticles to be used as a sustained and controlled release method over long periods of time (Sahoo & Labhasetwar, 2003; Bakker-Woudenberg et al., 2005; Fahmy et al., 2005).

As a result of these mechanisms, nanoparticle formulations require a lower dose compared to the free drug. This is especially true in veterinary medicine in two ways: It can allow the use of expensive human drugs that were previously impossible due to the high cost of dosing, and reduces the levels of residues first directly in the carcass, then indirectly in the environment and food. To create a successful drug delivery system, nanoparticles must be loaded with a sufficient amount of pharmaceutical agent, transport it to the target tissue, and then release the pharmaceutical agent at the target site. Nanoparticles can be loaded with drugs by encapsulating the drug into the particle or by attaching the drugs to the surface of the particle (Lu et al., 2007). The method of drug loading depends on the nanoparticle type, the type of drug and the target. When a drug is loaded into a nanoparticle, the drug takes on the external properties of the nanoparticle until the particle is destroyed or the drug is released to its target. The targeting of nanoparticles to specific sites is carried out passively (based on the fundamental properties of the nanoparticle) and/or actively (by binding a functional group or part of the targeted molecule to the nanoparticle). The archetypal mechanism of passive targeting is achieved by the "enhanced permeability and retention (EPR) effect" demonstrated by nanoparticles almost ubiquitously due to their small size (Maeda, 2010). This effect is based on the ability of intravenous (IV) nanoparticles to extravasate in regions of increased vascular permeability, but if they are not extravasated, the nanoparticles remain in circulation. Due to this effect, nanoparticles accumulate in areas of increased vascular permeability such as areas of inflammation, tumors, and infections. In other words, this effect causes the active substances carried by the nanoparticles to target these regions (Ishihara et al., 2010).

With the involvement of the reticuloendothelial system, the nanoparticles are first opsonized and then taken up into the cell, so their circulating number is reduced and they can undergo extravasation (Laverman et al., 2000). To overcome this, nanoparticles can be coated with hydrophilic

materials such as polyethylene glycol (PEG), which is often used, which reduces opsonization and prolongs the circulation time (Arulsudar et al., 2004).

In addition to coating with PEG, nanoparticle properties such as size, surface charge, hydrophobicity, and structural design can be designed to passively target specific tissues or cell types. On the other hand, the neglect of hydrophilic coating causes nanoparticles to be rapidly taken up by cells of the mononuclear phagocytic system, making them ideal for targeting intracellular parasitic, bacterial, fungal, and viral infections. Passive targeting does not require the addition of a functional group or part of the molecule to be targeted, therefore less expensive than active targeting, thus potentially more useful for veterinary use (Schiffelers et al., 2001; Adiseshaiah et al., 2010).

In addition to passive targeting, active targeting may be necessary to increase the interaction between nanoparticles and target tissues. Active targeting is achieved by binding a functional group or part of the molecule to the nanoparticles, which causes the resulting structure to bind to a specific receptor/cell type, thereby increasing the concentrations in the targeted region. Ligand-mediated binding is particularly valuable for therapeutics that are not readily taken up by cells and require facilitated fusion, endocytosis, or some other type of uptake process to access intracellular active sites. Significant advances have been made in the active targeting of nanoparticles to inflammatory markers, adhesion molecules, and abnormal cell surface receptors, enabling high levels of pharmaceutical delivery to tumors and vascular diseases such as atherosclerosis (Guccione et al., 2004; Winter et al., 2010).

Using and developing antibodies and antibody fragments to target nanoparticles to a particular tissue or cell type can be expensive; however, targeting specific tissues by changing the charge of nanoparticles or coating them with a substance naturally uptake by that tissue is a more cost-effective approach for developing targeted nanoparticles for veterinary use. This method has been successfully used in the treatment of neurological diseases, with the aim of increasing the binding and uptake of nanoparticles to the blood-brain barrier (Lu et al., 2006).

When it comes to the target area, the next step is the release of the drug. Numerous drug release/nanoparticle uptake mechanisms can be created depending on the properties and surface characteristics of the nanoparticle in question. Possible drug release mechanisms include (1) drug molecule release due to nanoparticle degradation or enzymatic degradation; (2) diffusion from intact nanoparticle; (3) release from the surface of the nanoparticle; (4) fusion of the nanoparticle with the cell surface membrane followed by release of the contents into the cell; (5) the release of the content into the endoplasmic reticulum

following endocytosis of the nanoparticle, and (6) the triggered release, triggered by the application of an external factor such as a magnetic field, temperature, or pH change. Often a combination of these processes coexists and particles can be engineered to have optimal and controllable release kinetics targeting them to specific intracellular pathways (Couvreur & Puisieux, 1993; Liu et al., 2007).

Nanoparticles have found widespread use in drug delivery with indications such as cancer, infection and analgesia. Nanoparticulate delivery systems increase drug concentration and retention time in the tissue by increasing drug penetration into the target tissue, thus improving the pharmacokinetics of intravenous, ocular, inhalation, intra-articular, perineural, epidural, oral and topically applied pharmaceuticals (Shek et al., 1994; Gershkovich et al., 2008; Cai et al., 2010). Although there are still many areas of nanotechnology that have not yet been explored within the veterinary field, a number of nanoparticle formulation studies including veterinary field preparations have been tabulated (Table 2). More studies will emerge as the development costs of nanoparticle formulations decrease. Some of the pharmaceuticals designed for human use also have the potential to be applied in the veterinary field, especially anti-cancer drugs for pet animal use.

Nanoparticles in the Field of Diagnostics: Recently, extensive research has been conducted to develop nanoparticle systems for in vivo diagnostic imaging and laboratory-based diagnostic methods. The aim is to enable the identification of subclinical diseases through the use of refined nanoparticle systems in diagnostic analyses using high-resolution imaging methods that are sensitive enough to detect even small aggregates of atypical cells within an entire organism and in direct, rapid, precise diagnostic analyses for early detection of biomarkers/pathogens. Nanoparticle platforms that utilize similar application principles for nanoparticle drug delivery systems can be loaded with imaging agents to detect pathological tissues and specific cell types. Nanoparticles are used to visualize, characterize, and measure cellular processes in living organisms, and this imaging process can be performed at the macroscopic or molecular level. Some nanoparticles, such as quantum dots, gold nanoparticles, and perfluorocarbon nanoparticles, have imaging properties as structural characteristics, while other nanoparticles, such as liposomes, can be loaded with contrast media used in imaging to enable the detection of pathological tissues. These nanoparticles are either based on conduction mechanisms involving passive targeting, or are conjugated into various ligands (such as monoclonal antibodies, peptides, polysaccharides or aptamers) to direct them to a specific cell type or pathway (Matteucci & Thrall, 2000; Bentolila et al., 2009).

Table 2. Overview of some nanoparticle systems involved in drug and vaccine delivery used in veterinary medicine. All the listed studies have been carried out in species where the actual use of the nanoparticle is intended (Underwood & Van Eps, 2012).

Species	Nanoparticle	Agent	Disease	Delivery Pathway	Findings
Horse	Liposome	⁹⁹ m-technetium	Imaging	IV	
	Liposome	DNA	Transfection of equine spermatozoa	N/A	◇,▲
	Liposome	Diamidine	Treatment of babesiosis	IM	●,■,▲
	Micellar microemulsion	Propofol	Anesthesia	IV	△
	Micelle	Ivermectin	<i>Strongylus vulgaris</i>	IM	▼
	Polymer nanospheres	<i>Streptococcus equi</i> antigens	Strangles vaccine	Intranasal	●,◇,▲
	Water based nanoparticle adjuvant	<i>Rhodococcus Equi</i> Vap peptides	<i>R. equi</i> pneumonia vaccine	IM	●,◇
Pigs	Dendrimer	Foot and mouth disease vaccine	Foot and mouth disease	IM	◇,▲
	Liposome	α-tocopherol	Vitamin E supplementation	PO	△,◇,▲
	Chromium nanocomposite	Chromium	Chromium supplementation	PO	◇,▲
	Polymeric	<i>E. coli</i> fimbriae vaccine	<i>E. coli</i>	PO	◇,▲
Birds	Liposome	Butorphanol	Arthritis in parrots and conures	SC	◇,◇,▲
	Liposome	Avian pathogenic E-coli vaccine	Avian colibacillosis vaccine	Intraocular	●,■,▲
	Liposome	Fimbriae antigens SEF14 and SEF 21	Salmonella enteritidis vaccine	Intraocular/nebulized	●,▲
	Liposome	DNA vaccine	Newcastle disease virus and infectious bursal disease	Transdermal	●,◇,▲
	Polymer nanoparticle	<i>Chlamydomydia psittaci</i> vaccine	<i>C. psittaci</i> vaccine	Nebulized	●,◇,▲
Cat	Chitosan nanoparticles	Copper	Copper supplementation	PO	▲
	Emulsion	Propofol	Anesthesia	IV	●,◇,■,▼
	Liposome	Muramyl tripeptide	Mammary Adenocarcinoma	IV	●,▼
	Liposome	Photosensitizer	Squamous cell carcinoma	IV	●,■,▲,■,△,◇,◇,▼
	Liposome	IL-2 DNA	Chronic rhinitis	Intraperitoneal	●,■,▲
	Liposome	Technetium-99m	Imaging of sarcomas	IV	●,▲
	Liposome	Doxorubicin	Soft tissue sarcoma	IV	●,■,◇,▼
	Liposome	Ribavirin	Infectious peritonitis of cats	PO, IM, IV	◇,▼
	magnetic nanoparticle	Granulocyte-macrophage colony stimulating factor, IL-2, IFN-γ	Fibrosarcoma	Intratumoral	●,■,▲
	Sheep	Liposome	Bovine leukemia virus	Bovine leukemia virus vaccine	IM
Liposome		Staphylococcal antigens	Staphylococcal mastitis vaccine	IM	●,◇,▲
Polystyrene nano beads		Ovalbumin	Evaluation of nanobeads as an adjuvant	SC, IM, Intradermal	◇,■,▲
Polystyrene nano beads		Foot and Mouth disease antigens	Foot and Mouth disease vaccine	Intradermal	◇,▲
Micelle		<i>Fasciola hepatica</i> antigen Fh12	<i>F. hepatica</i>	SC	●,▲
Dog	DNA Chitosan nanospheres	Newcastle disease vaccine and IL-2 gene	Newcastle disease vaccine	IM	●,▲
	Emulsion	Cyclosporine	Immunosuppressive to prevent tissue/organ transplant rejection	PO	■,▲
	Liposome	Hydromorphone	Analgesia	SC	◇,◇,▲
	Liposome	Clostronate	Malignant histiocytosis	IV	●,▲
	Liposome	Tribrutinib	Leishmaniasis	IV	▲
	Liposome	Meglumine antimoniote	Leishmaniasis	IV	●,■,▲,■,△,△,◇,◇,▲
	Liposome	IL-2 DNA	Osteosarcoma lung metastasis	IV	●,■,▲
	Liposome	DNA	Hemangiosarcoma	Intraperitoneal	●,■,▲
	Liposome	Amphotericin B	Leishmaniasis	IV	●,■,▲
	Liposome	Muramyl tripeptide	Oral melanoma	IV	●,▲
Cattle	Liposome	Muramyl tripeptide	Spleen hemangiosarcoma	IV	●,▲
	Liposome	Streptomycin	Brucellosis	Intramammary	◇,▲
	Liposome	Gentamicin	<i>S. aureus</i> mastitis	Intramammary	◇,△,▼
	Liposome	Adriamycin	Leukemia	IV	◇,▲
	Niosome	Flurbiprofen	Analgesic	IV	△,◇,▲
	Ring shaped Nanoparticle	Respiratory Syncytial Virus	Cattle respiratory system syncytial virus	Intranasal, IM	▲
	Nanoparticle	Virus nucleoprotein	syncytial virus		▲
	Liposome	Diclofenac	Anti-inflammatory and analgesic	Transdermal	●,▲,△,▲,△,▼,▲

● Clinical trial/evaluated in animals with clinical disease, △ pharmacokinetic study, ◇ compared with non-nanoparticle formulation, ▲ The effect of nanoparticle formulation was considered beneficial or the nanoparticle formulation fulfilled the objectives of the study, ▼ The nanoparticle formulation has no beneficial effect / there is no difference in the non-nanoparticle formulation compared to the free drug, ■ side effect was seen

The preliminary phase of the study focused on the macroscopic use of nanoparticles such as radiography, magnetic resonance imaging (MRI), scintigraphy, positron emission tomography (PET) and computed tomography (CT) for the diagnosis of tumors and foci of inflammation. Due to the increased permeability in areas such as tumor and inflammatory foci, nanoparticles are extravasated from there. The EPR effect causes more signals to be received from the contrast medium of the imaging agent that the nanoparticles carry to the area in question. Some nanoparticle formulations, such as radiolabeled liposomes, have advanced to the clinical trial stage in human medicine. However, concerns about toxicity and safety, particularly complement-mediated hypersensitivity reactions that occur in 5-45% of human patients during liposome administration, have restricted the diagnostic use of such substances (Szebeni et al., 2007). It may prove that lesion localization may be more challenging and imaging using nanoparticles would be very useful in animal species where there are fewer alternative agent/imaging methods. For example, radiolabeled liposomes have the potential to find tumors or septic foci in farm animals, where it is unlikely to use conventional imaging methods due to their size. Although this area of research lags behind other nanotechnology applications in terms of its readiness for clinical use and applicability, the investigation of nanoparticle systems in diagnostic imaging has gained

significant momentum and labeled nanoparticles are becoming an extremely valuable tool in terms of being the subject of research. Ligand-guided nanoparticles, such as fluorescent quantum dots, provide unprecedented information about the pathophysiology of disease by identifying diseased tissues and molecular processes through intravital microscopy (Bentolila et al., 2009). In models of animal diseases on a larger scale, nanoparticle-based imaging techniques are widely used to assess the bio distribution of potential nanoparticle-drug delivery systems. Much of the available information on nanoparticle clearance, the degree of uptake by the mononuclear phagocytic system, and tissue localization is based on the results of studies with imaging agents conjugated into potential nanoparticle conduction systems. The new diagnostic analyses have been successfully created thanks to the binding of functional nanoparticles to biological molecules such as antibodies, peptides, proteins and nucleic acids (Luchini et al., 2010). Spectroscopy, combined with flow cytometry and histological methods, provides a new platform that can be used as a powerful, highly sensitive and amplification-free pathogen detection method to map molecular profiles associated with disease and infection. The ultimate goal of this technology is to develop a simple, sensitive panel for biomarker proteins that enables early detection of diseases such as cancer. While more work needs to be done before this complex

system becomes a clinical reality, there are numerous proven nanoparticle-based detection systems for the detection of viral, parasitic, and bacterial pathogens in the veterinary field (Kumanan et al., 2009; Yuan et al., 2009). In addition to disease diagnosis, conjugated nanoparticles to the monoclonal antibodies of the veterinary drug molecule are integrated into immune assays to determine drug levels in foodstuffs with a fast, precise, and simple analytical method (Zhang et al., 2008). These techniques have great potential for the detection of drug residues and the early diagnosis of diseased animals.

Vaccine Delivery: Vaccines designed to create a long-lasting and protective antibody response against a pathogen are basically composed of antigens and adjuvants. Traditionally, antigens have been provided from inactivated microorganisms. However, this situation has begun to decrease and synthetic peptides and recombinant proteins have become preferred today because they are safer (Nordly et al., 2009). These structures, which are seen as new vaccine candidates, are usually weakly immunogenic and susceptible to degradation. For this reason, it needs new adjuvants that make their immunogenicity appropriate. The effect of traditional adjuvants cannot be adjusted, but with the advent of nanotechnology, there has been a drastic increase in the number of new antigen delivery strategies. The new nanoparticle-based adjuvants can be designed to reduce dosage frequency through an appropriate administration pathway to stimulate specific immune response. Providing a better mucosal immunity by choosing the intranasal route can be shown as an example of this (Morein et al., 2004; Scheerlinck et al., 2006; Wang et al., 2011). In a situation where more than one animal needs to be treated together in a commercial enterprise, in comprehensive agricultural practices such as wildlife, where accessibility is difficult or where a small amount of manpower is used in proportion to the size of the area, the use of new generation vaccination systems in the veterinary field is more reasonable due to the inconvenience of vaccination by conventional means (Nordly et al., 2009).

Nanoparticle adjuvants can increase the immunogenicity of a vaccine in five potential ways (Nordly et al., 2009). First, nanoparticle adjuvants activate pattern recognition receptors such as Toll-Like Receptors by mimicking pathogen-associated molecular patterns. This triggers the intracellular signaling cascade and initiates the formation of a natural immune response. Natural immune response formation also results in increased adaptive immune response. Secondly, nanoparticle adjuvants activate co-stimulator molecules in antigen-presenting cells, leading to increased activation by the antigen of T cells. Thirdly, nanoparticle adjuvants can control the location of the released antigen, the duration of

its stay and the dose of the antigen, thus preserving the existing level of immunity and increasing the translocation of the antigen to the lymph nodes. Fourth, nanoparticle adjuvants act as reservoirs to ensure long-term antigen transmission. Finally, nanoparticles can be designed to produce virus-like particles with morphology similar to virus capsids that stimulate an immune response without containing the genetic material that causes infection in the host (Nordly et al., 2009).

Nanoparticle adjuvants approved for use in veterinary medicine (or in clinical trials) include emulsions, liposomes, polystyrene nanobeads, immunostimulant complexes (ISCOMs) and inorganic particles (Scheerlinck et al., 2006; Nordly et al., 2009; Vandamme et al., 2011). In order for nanoparticle adjuvants to be practically usable in veterinary medicine, they must be stable, easy to apply, biodegradable and inexpensive. The principle of cheapness is especially important in species that are offered to human consumption. Although the use of formulations of expensive nanoparticles, such as DNA-coated gold nanoparticles, can be cost-prohibitive, the flexible and adjustable nature of nanoparticle-based vaccine delivery systems holds great promise for the development of veterinary vaccines that can be administered in a more convenient way at low frequency compared to their conventional counterparts.

The nanoparticle vaccine delivery system has been successfully developed in more than 40 animal diseases such as equine influenza and *Streptococcus equi* var. *equi* infections in horses (Morein et al., 2004; Florindo et al., 2009); foot and mouth disease virus, BVD virus and *Toxoplasma gondii* infections in ruminants (Harpin et al., 1999; Cubillos et al., 2008; Hyszczynska-Sawicka et al., 2011); Newcastle and H5N1 influenza in poultry (Rimmelzwaan et al., 1999; Zhang et al., 2010); enterotoxigenic *E. coli* infections and atrophic rhinitis in pigs (Kang et al., 2008); parvovirus infections and atopic dermatitis in dogs (Morein et al., 2004; Mueller et al., 2005; Vandamme et al., 2011).

ALTERNATIVE MEDICATION DELIVERY METHODS

The term compliance refers to the patient's willingness and degree to comply with the prescribed medications or protocol. Non-compliance, on the other hand, means non-submission and non-obedience and is associated with the degree of unwillingness and disobedience with the drugs or protocol prescribed by the physician to the patient (Vermeire et al., 2001). Research in the UK suggested that only 37 per cent of clients has shown full compliance with the medicines or follow-up

practices recommended by the veterinarian. It has been revealed that approximately 70-85 percent of patient owners give only one-third of the required doses on time (Loftus, 2012).

Most vaccines are still administered by injection. In recent years, however, there has been a greater focus on alternative routes of administration to increase patient compliance. Among these alternative routes of application, mucosal and transdermal routes come to the fore. Since most pathogens infect the host through the mucosal or dermal epithelium, these pathways are seen as attractive ways in which vaccines can be administered to control and prevent disease at the site of infection. The advantage of alternative administration is that vaccines target local immune-active tissue. Langerhans cells in the epidermis or mucosa-associated lymphoid tissue are shown as an example. Mucosal immunization results in the stimulation of local immune responses. IgA secretion is an important immune effector mechanism in this type of immunity. Some of the studies that apply alternative application pathways that are being investigated for lipid-based conduction systems can be shown as examples of this issue. Mucosal (intranasal) administration of MF59-adjuvanted influenza subunit vaccines is one of the studies reported. As a result of the study, mucosal IgA response to influenza was developed. The percentage of subjects whose antibody response in their serum was developed by mucosal administration was only slightly lower compared to intramuscular administration. The immune response with the adjuvanted vaccine was not significantly different from the immune response with the unadjuvanted vaccine. This suggests that MF59 adjuvation is of no use. Both vaccines produced more responses than those seen in placebo recipients, suggesting a potential benefit of intranasal administration (Agrawal et al., 2003).

Lipid-based nanoparticle delivery systems are seen as promising alternatives, according to Alum. The MF59 emulsion adjuvant is already on the market, and other types of lipid-based nanoparticle systems are in clinical development. Furthermore, more clinical trials are needed to fully explain the potential of lipid-based nanoparticles. Lipid-based systems are biocompatible and biodegradable, versatile in that they have the possibility of including other immunostimulatory agents that optimize the immunological properties of the specific adjuvant. Further research on their adjuvant mechanisms is needed to fully understand the immunostimulatory properties of lipid-based adjuvants and to ensure rational separation of vaccines into specific immunological profiles. Alternative routes of administration are attractive in terms of ensuring adherence, but there is still not enough information on important factors such as optimal dosing and repeatability of administration (Nordly et al., 2009)

CONCLUSION

Today, thanks to the researches, treatment methods have been developed for diseases that were not cured in the past, and even thanks to the vaccines produced, it has been possible to protect against some diseases to a great extent. However, despite the developing technology and medical techniques, new diseases and new problems continued to emerge, and new solutions were tried to be offered to new problems. Nanotechnology and nanoparticles are thought to be a field with the potential to bring new solutions to today's problems. The fact that nanoparticles can be designed with the preferred size, shape, charge, porosity, efficiency and stability and that they can be adjusted to cross biological barriers at any time shows promise in many areas. These properties have made both cellular and humoral immune responses more efficient in some improved vaccine formulations and are open to improvement if more extensive research is conducted (Hajizade et al., 2014; Yue & Ma, 2015). Similarly, in research on antibiotic formulations synthesized with nanoparticles, it has been determined that antibiotics given at once can be effective for a long time under harsh ambient conditions and suppress the growth of bacteria used in the study by realizing the desired antimicrobial effect (Carmona et al., 2018). The field of study of nanotechnology is not limited to these, but it can be used for diagnostic purposes in veterinary medicine (Mishra et al., 2010), as a biocide (Hu & Hsieh, 2015), as a topical shampoo for pet animals (Bansod et al., 2015), as nutraceutical (Sirirat et al., 2013) or for sperm purification (Pawar & Kaul, 2014).

REFERENCES

- Adisheshaiah, P.P., Hall, J.B. & McNeil, S.E. (2010).** Nanomaterial standards for efficacy and toxicity assessment. *Nanomedicine and Nanobiotechnology*, 2(1), 99-112.
- Agrahari, V. & Agrahari, V. (2018).** Facilitating the translation of nanomedicines to a clinical product: challenges and opportunities. *Drug Discovery Today*, 23(5), 974-991.
- Agrawal, S., Agrawal, A., Doughty, B., Gerwitz, A., Blenis, J., Van Dyke, T. & Pulendran, B. (2003).** Cutting edge: different Toll-like receptor agonists instruct dendritic cells to induce distinct Th responses via differential modulation of extracellular signal-regulated kinase-mitogen-activated protein kinase and c-Fos. *Journal of Immunology*, 171(10), 4984-4989.
- Arulsudar, N., Subramanian, N., Mishra, P., Chuttani, K., Sharma, R. & Murthy, R. (2004).** Preparation, characterization, and biodistribution

- study of technetium-99m-labeled leuprolide acetate-loaded liposomes in ehrlich ascites tumor-bearing mice. *American Association of Pharmaceutical Scientists*, **6**(1), 45-56.
- Bakker-Woudenberg, I.A., Schiffelers, R.M., Storm, G., Becker, M.J., & Guo, L. (2005).** Long-circulating sterically stabilized liposomes in the treatment of infections. *Methods in Enzymology*, **391**, 228-260.
- Bansod, S.D., Bawaskar, M.S., Gade, A.K., & Rai, M.K. (2015).** Development of shampoo, soap and ointment formulated by green synthesised silver nanoparticles functionalised with antimicrobial plants oils in veterinary dermatology: treatment and prevention strategies. *IET Nanobiotechnology*, **9**(4), 165-171.
- Bawa, R. (2008).** Nanoparticle-based therapeutics in humans: a survey. *Nanotechnology Law & Business*, **5**, 135.
- Bentolila, L.A., Ebenstein, Y. & Weiss, S. (2009).** Quantum dots for in vivo small-animal imaging. *Journal of Nuclear Medicine*, **50**(4), 493-496.
- Boverhof, D.R., Bramante, C.M., Butala, J.H., Clancy, S.F., Lafranconi, M., West, J. & Gordon, S.C. (2015).** Comparative assessment of nanomaterial definitions and safety evaluation considerations. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **73**(1), 137-150.
- Brayden, D.J. (2003).** Controlled release technologies for drug delivery. *Drug Discovery Today*, **8**(21), 976-978.
- Brigger, I., Dubernet, C. & Couvreur, P. (2002).** Nanoparticles in cancer therapy and diagnosis. *Advanced Drug Delivery Reviews*, **54**(5), 631-651.
- British Standards Institute (BSI) (2011).** Nanoparticles. Vocabulary. (PAS 71:2011). <https://shop.bsigroup.com/en/Browse-By-Subject/Nanotechnology/Terminologies-for-nanotechnologies/PAS-71>. Last accession date: 06.06.2020.
- Buzea, C., Pacheco, I.I. & Robbie, K. (2007).** Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*, **2**(4), MR17-MR71.
- Cai, Z., Wang, Y., Zhu, L.J. & Liu, Z.Q. (2010).** Nanocarriers: a general strategy for enhancement of oral bioavailability of poorly absorbed or pre-systemically metabolized drugs. *Current Drug Metabolisms*, **11**(2), 197-207.
- Carmona, E.R., Plaza, T., Recio-Sanchez, G. & Parodi, J. (2018).** Generation of a protocol for the synthesis of chitosan nanoparticles loaded with florfenicol through the ionic gelation method. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVEP)*, **29**(4), 1195-1202.
- Cordeiro, C., Wiseman, D.J., Lutwyche, P., Uh, M., Evans, J.C., Finlay, B.B. & Webb, M.S. (2000).** Antibacterial efficacy of gentamicin encapsulated in pH-sensitive liposomes against an in vivo *Salmonella enterica* serovar typhimurium intracellular infection model. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **44**(3), 533-539.
- Couvreur, P. & Puisieux, F. (1993).** Nano-and microparticles for the delivery of polypeptides and proteins. *Advanced Drug Delivery Reviews*, **10**(2-3), 141-162.
- Couvreur, P. & Vauthier, C. (2006).** Nanotechnology: Intelligent Design to Treat Complex Disease. *Pharmaceutical Research*, **23**(7), 1417-1450.
- Cubillos, C., de la Torre, B.G., Jakab, A., Clementi, G., Borrás, E., Bárcena, J., Andreu, D., Sobrino, F. & Blanco, E. (2008).** Enhanced mucosal immunoglobulin A response and solid protection against foot-and-mouth disease virus challenge induced by a novel dendrimeric peptide. *Journal of Virology*, **82**(14), 7223-7230.
- El-Sayed, A. & Kamel, M. (2018).** Advanced applications of nanotechnology in veterinary medicine. *Environmental Science and Pollution Researches International*, **27**(16), 19073-19086.
- Fahmy, T.M., Samstein, R.M., Harness, C.C. & Saltzman, W.M. (2005).** Surface modification of biodegradable polyesters with fatty acid conjugates for improved drug targeting. *Biomaterials*, **26**(28), 5727-5736.
- Florindo, H.F., Pandit, S., Gonçalves, L.M., Videira, M., Alpar, O. & Almeida, A.J. (2009).** Antibody and cytokine-associated immune responses to S. equi antigens entrapped in PLA nanospheres. *Biomaterials*, **30**(28), 5161-5169.
- Gershkovich, P., Wasan, K.M. & Barta, C.A. (2008).** A review of the application of lipid-based systems in systemic, dermal/transdermal, and ocular drug delivery. *Critical Reviews in Therapeutic Drug Carrier Systems*, **25**(6), 545-584.
- Guccione, S., Li, K.C. & Bednarski, M.D. (2004).** Vascular-targeted nanoparticles for molecular imaging and therapy. *Methods in Enzymology*, **386**, 219-236.
- Hajizade, A., Ebrahimi, F., Salmanian, A.H., Arpanaei, A. & Amani, J. (2014).** Nanoparticles in vaccine development. *Journal of Applied Biotechnology Reports*, **1**(4), 125-134.
- Harpin, S., Hurley, D.J., Mbikay, M., Talbot, B. & Elazhary, Y. (1999).** Vaccination of cattle with a DNA plasmid encoding the bovine viral diarrhoea virus major glycoprotein E2. *Journal of General Virology*, **80**, 3137-3144.
- Hiszyczyńska-Sawicka, E., Olędzka, G., Holec-Gąsior, L., Li, H., Xu, J.B., Sedcole, R., Kur, J., Bickerstaffe, R. & Stankiewicz, M. (2011).** Evaluation of immune responses in sheep induced by DNA immunization with genes encoding GRA1, GRA4, GRA6 and GRA7 antigens of *Toxoplasma gondii*. *Vet Parasitol.*, **177**(3-4), 281-289.
- Hofheinz, R.D., Gnad-Vogt, S.U., Beyer, U. & Hochhaus, A. (2005).** Liposomal encapsulated anti-cancer drugs. *Anti-cancer Drugs*, **16**(7), 691-707.

- Hu, S. & Hsieh, Y.L. (2015).** Synthesis of surface bound silver nanoparticles on cellulose fibers using lignin as multi-functional agent. *Carbohydrate Polymers*, **131**, 134-141.
- Ishihara, T., Takahashi, M., Higaki, M., Mizushima, Y. & Mizushima, T. (2010).** Preparation and characterization of a nanoparticulate formulation composed of PEG-PLA and PLA as anti-inflammatory agents. *International Journal of Pharmaceutics*, **385**(1-2), 170-175.
- Jeevanandam, J., Barhoum, A., Chan, Y.S., Dufresne, A. & Danquah, M.K. (2018).** Review on nanoparticles and nanostructured materials: history, sources, toxicity and regulations. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, **9**(1), 1050-1074.
- Kakade, N. (2003).** Nanotechnology: New challenges. *Electronics for You*, **35**, 3-36.
- Kumanan, V., Nugen, S.R., Baeumner, A.J. & Chang, Y.F. (2009).** A biosensor assay for the detection of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in fecal samples. *Journal of Veterinary Science*, **10**(1), 35-42.
- Laverman, P., Brouwers, A.H., Dams, E.T.M., Oyen, W.J., Storm, G., van Rooijen, N., Corstens, F.H., & Boerman, O.C. (2000).** Preclinical and clinical evidence for disappearance of long-circulating characteristics of polyethylene glycol liposomes at low lipid dose. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, **293**(3), 996-1001.
- Li, S., Nakaya, H.I., Kazmin, D.A., Oh, J.Z. & Pulendran, B. (2013).** Systems biological approaches to measure and understand vaccine immunity in humans. *Seminars in Immunology*, **25**, 209-218.
- Liu, Y., Miyoshi, H. & Nakamura, M. (2007).** Nanomedicine for drug delivery and imaging: a promising avenue for cancer therapy and diagnosis using targeted functional nanoparticles. *International Journal of Cancer*, **120**(12), 2527-2537.
- Loftus, L. (2012).** The non-compliant client. *Veterinary Nursing Journal*, **27**(8), 294-297.
- Lu, W., Sun, Q., Wan, J., She, Z. & Jiang, X.G. (2006).** Cationic albumin-conjugated pegylated nanoparticles allow gene delivery into brain tumors via intravenous administration. *Cancer Research*, **66**(24), 11878-11887.
- Lu, W., Wan, J., She, Z. & Jiang, X. (2007).** Brain delivery property and accelerated blood clearance of cationic albumin conjugated pegylated nanoparticle. *Journal of Controlled Release*, **118**(1), 38-53.
- Luchini, A., Fredolini, C., Espina, B., Meani, F., Reeder, A., Rucker, S., Petricoin, I.E. & Liotta, L. (2010).** Nanoparticle technology: addressing the fundamental roadblocks to protein biomarker discovery. *Current Molecular Medicine*, **10**(2), 133-141.
- Maeda, H. (2010).** Tumor-selective delivery of macromolecular drugs via the EPR effect: background and future prospects. *Bioconjugate Chemistry*, **21**(5), 797-802.
- Matteucci, M.L. & Thrall, D.E. (2000).** The role of liposomes in drug delivery and diagnostic imaging: a review. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, **41**(2), 100-107.
- Maurer, P., Jennings, G.T., Willers, J., Rohner, F., Lindman, Y., Roubicek, K., Renner, W.A., Müller, P. & Bachmann, M.F. (2005).** A therapeutic vaccine for nicotine dependence: preclinical efficacy, and phase I safety and immunogenicity. *European Journal of Immunology*, **35**(7), 2031-2040.
- Metselaar, J.M., Wauben, M.H., Wagenaar-Hilbers, J.P., Boerman, O.C. & Storm, G. (2003).** Complete remission of experimental arthritis by joint targeting of glucocorticoids with long-circulating liposomes. *Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology*, **48**(7), 2059-2066.
- Mishra, B., Patel, B.B. & Tiwari, S. (2010).** Colloidal nanocarriers: a review on formulation technology, types and applications toward targeted drug delivery. *Nanomedicine*, **6**(1), 9-24.
- Moghimi, S.M., Hunter, A.C. & Murray, J.C. (2005).** Nanomedicine: current status and future prospects. *The FASEB Journal*, **19**(3), 311-330.
- Morein, B., Hu, K.F. & Abusugra, I. (2004).** Current status and potential application of ISCOMs in veterinary medicine. *Advanced Drug Delivery Reviews*, **56**(10), 1367-1382.
- Mueller, R.S., Veir, J., Fieseler, K.V. & Dow, S.W. (2005).** Use of immunostimulatory liposome-nucleic acid complexes in allergen-specific immunotherapy of dogs with refractory atopic dermatitis – a pilot study. *Veterinary Dermatology*, **16**(1), 61-68.
- Nordly, P., Madsen, H.B., Nielsen, H.M. & Foged, C. (2009).** Status and future prospects of lipid-based particulate delivery systems as vaccine adjuvants and their combination with immunostimulators. *Expert Opinion on Drug Delivery*, **6**(7), 657-672.
- Pankhurst, Q.A., Connolly, J., Jones, S.K. & Dobson, J. (2003).** Applications of magnetic nanoparticles in biomedicine. *Journal of Physics D: Applied Physics*, **36**(13):R167-R181.
- Pawar, K. & Kaul, G. (2014).** Toxicity of titanium oxide nanoparticles causes functionality and DNA damage in buffalo (*Bubalus bubalis*) sperm in vitro. *Toxicology and Industrial Health*, **30**(6), 520-533.
- Plotkin, S.A., Orenstein, W. & Offit, P.A. (2013).** Vaccines, 6th Edition - Expert Consult. Elsevier Health Sciences, 1-1508.
- Rimmelzwaan, G.F., Claas, E.C.J., Van Amerongen, G., de Jong, J.C. & Osterhaus, A.D.M.E. (1999).** ISCOM vaccine induced protection against a lethal challenge with a human H5N1 influenza virus. *Vaccine*, **17**(11), 1355-1358.

- Roldão, A., Mellado, M.C.M., Castilho, L.R., Carrondo, M.J.T. & Alves, P.M. (2010). Virus-like particles in vaccine development. *Expert Review of Vaccines*, *9*(10), 1149-1176.
- Rose, J.S., Neal, J.M. & Kopacz, D.J. (2005). Extended-duration analgesia: update on microspheres and liposomes. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, *30*(3), 275.
- Sahoo, S.K. & Labhasetwar, V. (2003). Nanotech approaches to drug delivery and imaging. *Drug Discovery Today*, *8*(24), 1112-1120.
- Sainz, V., Coniot, J., Matos, A.I., Peres, C., Zupančič, E., Moura, L., Silva, L.C., Florindo, H.F. & Gaspar, R.S. (2015). Regulatory aspects on nanomedicines. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *468*(3), 504-510.
- Scheerlinck, J.P., Gloster, S., Gamvrellis, A., Mottram, P.L. & Plebanski, M. (2006). Systemic immune responses in sheep, induced by a novel nano-bead adjuvant. *Vaccine*, *24*(8), 1124-1131.
- Schiffelers, R., Storm, G. & Bakker-Woudenberg, I. (2001). Liposome-encapsulated aminoglycosides in pre-clinical and clinical studies. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, *48*(3), 333-344.
- Shek, P.N., Suntres, Z.E. & Brooks, J.I. (1994). Liposomes in pulmonary applications: physicochemical considerations, pulmonary distribution and antioxidant delivery. *Journal of Drug Targeting*, *2*(5), 431-442.
- Sirirat, N., Lu, J.J., Hung, A.T.Y., & Lien, T.F. (2013). Effect of different levels of nanoparticles chromium picolinate supplementation on performance, egg quality, mineral retention, and tissues minerals accumulation in layer chickens. *Journal of Agricultural Science*, *5*(2), 150.
- Szebeni, J., Alving, C.R., Rosivall, L., Bünger, R., Baranyi, L., Bedöcs, P., Tóth, M. & Barenholz, Y. (2007). Animal models of complement-mediated hypersensitivity reactions to liposomes and other lipid-based nanoparticles. *Journal of Liposome Research*, *17*(2), 107-117.
- Tissot, A.C., Maurer, P., Nussberger, J., Sabat, R., Pfister, T., Ignatenko, S., Volk, H.D., Stocker, H., Müller, P., Jennings, G.T., Wagner, F. & Bachmann, M.F. (2008). Effect of immunisation against angiotensin II with CYT006-AngQb on ambulatory blood pressure: a double-blind, randomised, placebo-controlled phase IIa study. *The Lancet*, *371*(9615), 821-827.
- Treuel, L., Jiang, X. & Nienhaus, G.U. (2013). New views on cellular uptake and trafficking of manufactured nanoparticles. *Journal of The Royal Society Interface*, *10*(82), 20120939.
- Underwood, C. & van Eps, A.W. (2013). Nanomedicine and veterinary science: the reality and the practicality. *Veterinary Journal*, *193*(1), 12-23.
- Vandamme, K., Melkebeek, V., Cox, E., Remon, J.P. & Vervaeke, C. (2011). Adjuvant effect of Gantrez(R)AN nanoparticles during oral vaccination of piglets against F4+enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Veterinary Immunology & Immunopathology*, *139*(2-4), 148-155.
- Ventola, C.L. (2017). Progress in nanomedicine: approved and investigational nanodrugs. *Pharmacy and Therapeutics*, *42*(12), 742.
- Verma, A.K., Singh, V. & Vikas, P. (2012). Application of nanotechnology as a tool in animal products processing and marketing: an overview. *American Journal of Food Technology*, *7*(8), 445-451.
- Vermeire, E., Hearnshaw, H., Van Royen, P. & Denekens, J. (2001). Patient adherence to treatment: three decades of research. A comprehensive review. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, *26*(5), 331-342.
- Wagner, V., Dullaart, A., Bock, A.K. & Zweck, A. (2006). The emerging nanomedicine landscape. *Nature Biotechnology*, *24*(10), 1211-1217.
- Wang, G., Pan, L., Zhang, Y., Wang, Y., Zhang, Z., Lü, J., Zhou, P., Fang, Y. & Jiang, S. (2011). Intranasal delivery of cationic PLGA nano/microparticles-loaded FMDV DNA vaccine encoding IL-6 elicited protective immunity against FMDV challenge. *PLoS One*, *6*(11), e27605.
- Winter, P.M., Caruthers, S.D., Allen, J.S., Cai, K., Williams, T.A., Lanza, G.M. & Wickline, S.A. (2010). Molecular imaging of angiogenic therapy in peripheral vascular disease with $\alpha\beta 3$ -integrin-targeted nanoparticles. *Magnetic Resonance in Medicine*, *64*(2), 369-376.
- Yuan, P., Ma, Q., Meng, R., Wang, C., Dou, W., Wang, G. & Su, X. (2009). Multicolor quantum dot-encoded microspheres for the fluoroimmunoassays of chicken Newcastle disease and goat pox virus. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, *9*(5), 3092-3098.
- Yue, H. & Ma, G. (2015). Polymeric micro/nanoparticles: Particle design and potential vaccine delivery applications. *Vaccine*, *33*(44), 5927-5936.
- Zhang, S., Liu, Z., Zhou, N., Wang, Z. & Shen, J.A. (2008). Liposome immune lysis assay for enrofloxacin in carp and chicken muscle. *Analytica Chimica Acta*, *612*(1), 83-88.
- Zhang, W., Yin, Z., Liu, N., Yang, T., Wang, J., Bu, Z. & Wu, D. (2010). DNA-chitosan nanoparticles improve DNA vaccine-elicited immunity against Newcastle disease virus through shuttling chicken interleukin-2 gene. *Journal of Microencapsulation*, *27*(8), 693-702.



Farklı Besleme Materyallerinde *Eisenia fetida* Populasyon Değişimi ve Elde Edilen Solucan Gübresinin *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata' Bitkisinde Bazı Büyüme Parametrelerine Etkisinin Tespit Edilmesi

Turan YÜKSEK Bahriye ÇEMBERCİ*

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

Geliş Tarihi: 06.07.2022

Kabul Tarihi: 31.08.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atıf yapmak için: Yüksek, T. & Çemberci, B. (2022). Farklı Besleme Materyallerinde *Eisenia fetida* Populasyon Değişimi ve Elde Edilen Solucan Gübresinin *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata' Bitkisinde Bazı Büyüme Parametrelerine Etkisinin Tespit Edilmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 314-322.
How to cite: Yüksek, T. & Çemberci, B. (2022). Determination of The Effect of Worm Fertilizer Obtained from Red California Worm Fed with A Mixture of Municipal Waste and Clay Soil on The Growth of *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata'. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 314-322.

<https://orcid.org/0000-0003-3314-234X>
 <https://orcid.org/0000-0003-2964-1760>

*Sorumlu yazarın:
Bahriye ÇEMBERCİ
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj
Mimarlığı Bölümü, Rize, Türkiye
✉: bahriye_cemberci17@erdogan.edu.tr

Öz: Belediye atık çamurlarının geri dönüşüm yöntemleri kullanılarak ekonomik değeri olan ürüne dönüştürülmesi sürdürülebilir çevre yönetimi için son derece önemlidir. Bu çalışmanın amacı belediye atık çamuru ve killi toprak karışımı ile beslenen kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen solucan gübresinin *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata' bitkisinin büyümesi üzerindeki etkisinin tespit edilmesidir. Solucan gübresi üretmek amacıyla 2 farklı (atıksu çamuru (%100) ve atıksu çamuru (%50) + killi toprak (%50)) besi ortamı kullanılmıştır. Araştırma, 40 cm en x 40cm boy x 20 cm derinliğe sahip plastik kasalarda tesadüf parselleri deneme desenine uygun ve üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, atık suyu çamuru (%100) besi ortamında solucan sayıları ilk 5 hafta boyunca azalmış, daha sonra artmıştır. Atık suyu çamurundaki solucan ağırlığı ilk 2 hafta süresince %6,20 oranında azalmış, ikinci haftadan 6. haftaya kadar artmış, daha sonra tekrar azalmıştır. Atıksu çamuru (%50) + killi toprak (%50) karışımından oluşan besi ortamındaki solucan sayıları 1. haftada artmış, daha sonra doğrusal bir şekilde azalmıştır. Atık çamurunun vermikompostlaştırma tekniği ile katı solucan gübresine dönüştürülmesi sonucunda atık çamurunda ölçülen 11 parametrenin tümünde %9-25 arasında değişen oranlarda artış olmuştur. Parametreler arasında en yüksek artış IC miktarında, en düşük artış ise Na değerinde meydana gelmiştir. Ca, Zn, TOC ve IC değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli seviyede olduğu tespit edilmiştir. En yüksek boy gelişimi, kök boğaz çapı, kök boyu, kök ağırlığı, yaprak ağırlığı, gövde ağırlığı, çiçek ağırlığı, toprak üstü biyomas ağırlığına ve en fazla yaprak sayısı oranına; atık su çamuru (%50) + killi toprak (%50) besi ortamından elde edilen solucan gübresinin uygulandığı bitkilerde ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Atık çamuru, besin elementleri, bitki gelişimi, *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata', *Eisenia fetida*, solucan sayısı.

Determination of The Effect of Worm Fertilizer Obtained from Red California Worm Fed with A Mixture of Municipal Waste and Clay Soil on The Growth of *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata'

Abstract: Conversion of municipal waste sludge into products with economic value by using recycling methods is extremely important for sustainable environmental management. The aim of this study is to determine the effect of vermicompost obtained from red California earthworm fed with municipal sludge and clay mixture on the growth of *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata' plant. In order to produce vermicompost, 2 different (wastewater sludge (100%) and wastewater sludge (50%) + clay soil (50%)) feeding materials were used. The research was carried out in the plastic box with a width of 40 cm x 40 cm length x 20 cm in accordance with the randomized plot design in three repetitions. As a result of the research, the number of worms in the wastewater sludge (100%) feeding material decreased during the first 5 weeks and then increased. The worm weight in the wastewater sludge decreased by 6.20% during the first 2 weeks, increased from the second week to the 6th week, and then decreased again. The number of

***Corresponding author:**

Bahriye ÇEMBERCİ
 Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of
 Engineering and Architecture, Department of
 Landscape Architecture, Rize, Türkiye
 ✉: bahriye_cemberci17@erdogan.edu.tr

worms in the medium consisting of a mixture of wastewater sludge (50%) + clayey soil (50%) increased in the first week, then decreased linearly. As a result of the conversion of the waste sludge into solid vermicompost by vermicomposting technique, there was an increase of 9-25% in all 11 parameters measured in the waste sludge. Among the parameters, the highest increase occurred in the amount of IC, while the lowest increase occurred in the Na value. It was determined that the difference between Ca, Zn, TOC and IC values was statistically significant. The highest growth in height, the highest number of leaves, the highest root collar diameter, the highest root length, the highest root weight, the highest leaf weight, the highest stem weight, the highest flower weight, the highest above-ground biomass ratio was obtained in plants where vermicompost obtained from wastewater sludge (50%) + clay soil (50%) growing medium.

Keywords: *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata', *Eisenia fetida*, plant growth, soil nutrients, vermicompost, waste sludge.

GİRİŞ

Vermikompost tekniği kullanılarak pek çok çevresel atığın geri kazanılması ve ekonomik değeri olan ürünlere dönüştürülmesi mümkündür. Vermikompost tekniğinde; evsel yemek atıkları, çay atıkları, bitkisel atıklar (sap, saman, dal, kozalak, yaprak, çiçek, vb) büyükbaş, küçükbaş ve farklı hayvansal kökenli atıklar, endüstriyel atıklar, atık su çamurları gibi pek çok organik kökenli atık kullanılabilir (Yüksek, 2019). Organik kökenli atıkların vermicompostlaştırma tekniği kullanılarak geri kazanılması ve atıklardan solucan gübresi üretimi ile alakalı dünya genelinde yürütülen çalışmalar artarak devam etmesine rağmen; ülkemiz genelinde atıkların geri kazanılması ve solucan gübresi üretimi ile alakalı yapılan çalışmaların henüz başlangıç aşamasında olduğu belirtilmektedir (Yüksek vd., 2017). Akyurt (2018), yaptığı çalışmada evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının Kırmızı Kaliforniya Solucanları ile vermicompostlanmasından oluşacak gübrenin pH, elektriksel iletkenlik (EC), toplam azot (TN), toplam organik karbon (TOC), C/N parametrelerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre; evsel ve tekstil çamurun bulunduğu tüm karışımlar %20'den fazla atıksu arıtma tesisi arıtma çamuru içeren karışımlarda solucanların yaşamadıkları, %5-%20 arasında arıtma çamuru ve ahır gübresiyle birlikte kullanıldığı uygulamalarda ise solucanların gerekli aktiviteyi göstererek vermicompost oluşturduğu belirlenmiştir. Evsel arıtma çamuru ve tekstil arıtma çamuru ahır gübresi ile karıştırılmış ve elde edilen vermicompost kalitesine bakıldığında her iki çamurda ortalama pH, EC, Nem, TOC sınır değerler arasında olup, TN ve C/N sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Dindar (2008), arıtma çamurunda solucan aktivitesinin azot formlarına etkisini incelemiştir. Bu çalışmanın sonucunda amonyum ve nitrat azotunun arıtma çamuru uygulanan topraklarda daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu değerlerin azot mineralizasyonunda olumlu etkiye sebep olacağı çalışmada öngörülmüştür. Çalışma sonucunda öngörülen bir diğer husus da solucanların arıtma çamurlarını yem olarak tercih etmesini nedeniyle atıksu çamurlarının toprak biyolojisine olumsuz etki etmediği

yönündedir. Türkay (2010), fındık zurufu ve arıtma çamurunun kompostlanması ile ilgili yaptığı çalışmada fındık zurufu, ahır gübresi, atıksu çamuru kullanmıştır. Farklı oranlarla kurulan deney düzeneğinde ideal organik atık karışımının %30 arıtma çamuru + %35 fındık zurufu + %35 ahır gübresi olduğu saptanmıştır. Bir diğer ortaya konulan sonuç ise solucanların bünyelerinde ağır metal biriktirebilme yeteneği ile vermicompost içindeki ağır metal oranının azaldığı ve atık su çamurundaki ağır metalin bu vasıta ile uzaklaştırılabildiği sonucudur.

Türüt (2018), yaptığı çalışmada demlenmiş çay atığı, yemek atığı, inek gübresinin farklı oranlarda hazırlanması ve kompostlanması sonucunda ortaya çıkan parametreleri incelemiştir. Çalışma sonucunda en yüksek solucan sayısı ve ağırlığına %50 demlenmiş çay atığı + %50 inek gübresi karışımında, en yüksek N değerine %100 demlenmiş çay atığında, en yüksek P, K, Ca, Zn, Cu, Fe, Mg değerleri ve pH'a %50 demlenmiş çay atığı + %50 inek gübresinden elde edilen solucan gübresinde, en yüksek Mn değerine %40 demlenmiş çay atığı + %40 yemek atığı + %20 inek gübresinden elde edilen solucan gübresinde rastlanmıştır. Yemek artıklarının %50 den fazla olduğu ortamlarda solucanların yaşamadığı belirlenmiştir.

Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen Kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi konulu araştırmada; besi ortamlarından elde edilen solucan gübresindeki en yüksek azot değerine (% 2,16) %100 demlenmiş çay atığından elde edilen solucan gübresinde, en yüksek fosfor, potasyum, kalsiyum, çinko, bakır, demir, magnezyum ve pH değerlerine %50 demlenmiş çay atığı + %50 inek gübresinden elde edilen solucan gübresinde, en yüksek mangan değerine %40 demlenmiş çay atığı + %40 yemek atığı + %20 inek gübresinden elde edilen solucan gübresinde rastlandığı ortaya konulmuştur (Yüksek vd., 2019). Yüksek (2022) yaptığı bir araştırmada farklı tip besi ortamlarında (inek gübresi, çay lifi, fındık zurufu, testere talaşı, gazete kâğıdı saf ve karışımları) solucan gübresi üretmiştir. Çalışma sonucunda besi ortamlarından elde edilen solucan gübresindeki en yüksek N, P, Al, S, Cr, Mn değerlerine %100 çay lifinden elde edilen solucan gübresinde, en

yüksek Fe, Co değerlerine C Fındık zurufu (%50) + Çay lifi (%50) besi ortamından elde edilen solucan gübresinde, en yüksek Pb ve pH değerine ise A (%100 fındık zurufu) besi ortamından elde edilen solucan gübresinde rastlanmıştır. Araştırma sonucunda farklı besi ortamlardan elde edilen tüm vermikomposttaki Pb, Cd ve As değerlerinin başlangıçtaki (kontrol) besi ortamlarına kıyasla daha düşük seviyede olduğu ortaya konulmuştur. Yüksek vd. (2017) yılında yaptıkları çalışmada farklı zamanlarda sağımı yapılan hayvan gübresinden elde edilen sıvı solucan gübresinin iz ve besin elementlerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, sağım süresi arttıkça sıvı solucan gübresindeki N, K, Ca, Mg, Na, Fe, Ni, Cu, Zn, Hg, Sb değerleri istatistiksel olarak önemli seviyede azalırken; Co, As, Ag, Cd, Pb, Al, Se, Mo, Li ve Be değerleri istatistiksel olarak önemli seviyede arttığı tespit edilmiştir. Chattopadhyay (2014), Hindistanda katı ve sıvı formdaki solucan gübresinin süs bitkisi Zinnia sp'nin büyümesi ve çiçek yapısı üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda katı ve sıvı solucan gübresinin bitki büyümesi, çiçek yapısı ve çiçeğin görsel kalitesi üzerinde olumlu yönde etki yaptığını ortaya koymuştur. Radovich vd. (2011), sıvı solucan gübresinin pak choi (*Brassica rapa* cv Bonsai) bitkisinin büyümesi üzerine etkisini araştırdılar. Araştırma sonucunda sıvı solucan gübresinin bitki büyüme ve kalitesini arttırdığı farklı tip topraklardaki biyolojik aktiviteyi hızlandırdığını tespit etmişlerdir. Uluğ (2018), solucan gübresi ve mikoriza kullanımının fasulye ve soğanda bitki gelişimi ve verim üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında özellikle verim, meyve kalite özellikleri ve bitki gelişiminde solucan gübresinin etkili olduğunu tespit etmiştir. Yüksek vd., (2020) solucan gübresi ve torf uygulamalarının farklı saksı ortamında *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng bitkisinin gelişimine etkisini araştırdıkları çalışmada besi ortamlarına göre en iyi bitki gelişimi 10 gr katı solucan gübresinin uygulandığı deneme ortamlarından elde edilmiştir. Aynı araştırmada en yüksek toprakaltı biyomas 700 cc saksıda ve torf besi ortamında 10 gr katı solucan gübresinin uygulandığı denemelerden elde edilmiştir.

Dünya'da artan nüfus ve tüketimle birlikte önemli bir atık problemi oluşmaktadır. Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de atıkların geri dönüşümü çok önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu oluşan atıklardan biri de atıksu çamurlarıdır. Atıksu çamurlarının vermikompost tekniği ile ekonomik değeri olan ürünlere dönüştürülmesi ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Ancak yürütülen çalışmalar henüz başlangıç seviyesindedir. Ülkemiz genelinde 2018 yılında kanalizasyon şebekesinden deşarj edilen 4,8 milyar m³ atık suyun 4,2 milyar m³'ü atıksu arıtma tesislerinde arıtılmıştır. Arıtılan atık suyun %47,9'una gelişmiş, %27,6'sına biyolojik, %24,2'sine fiziksel ve %0,3'üne doğal arıtma

uygulanmıştır. Arıtılan atık suyun %45,1'i akarsuya, %44,5'i denize, %2,5'i baraja, %1,2'si göl-gölete, %0,3'ü araziye ve %6,4'ü diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir. Arıtılan atıksuyun %2,3'ünün sanayi, tarımsal sulama vb. alanlarda yeniden kullanıldığı belirlenmiştir. Atıksu arıtma işlemleri sonucunda 319 bin ton (kuru madde bazında) atıksu arıtma çamuru olduğu tespit edilmiştir (TUİK, 2018). İlgili değerlerden de görüleceği üzere ülkemiz belediyelerinde oluşan güçlü bir atık çamuru rezervi bulunmaktadır. Ancak bu potansiyelin iyi bir şekilde değerlendirilebildiğini söylemek pek doğru değildir. Ekonomik değeri olan atıksu çamurunun gelişigüzel çevreye depolanması yerine vermikompostlama tekniği ile ekonomik değeri olan ürüne dönüştürülmesi bir yandan sürdürülebilir çevre yönetimi, diğer yandan kalkınma ve istihdam çalışmaları için son derece önemlidir. Bu nedenle farklı nitelikteki atıkların vermikompostlaşma olayı sonucunda sahip olduğu değerlerin ortaya konulması için vermikompostlaştırma işlemleri ile alakalı çalışmaların artarak devam etmesi gerekmektedir. Ancak yapılan literatür araştırması sonucunda ülkemizde belediye atıksu çamurlarında vermikompostlaştırma tekniği kullanılarak gübre üretimi ve elde edilen gübrenin bitki gelişime etkisi ile alakalı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı vermikompost tekniği ile (i) atıksu çamuru, atıksu çamuru ve kil toprak karışımlarında solucan sayısı ve ağırlığının tespiti, (ii) atıksu çamuru, atıksu çamuru ve kil toprak karışımlarından elde edilen solucan gübrelere bazı fiziko kimyasal parametrelerinin belirlenmesi, (iii) elde edilen solucan gübresinin *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata' bitki büyümesine etkisinin ortaya konulmasıdır.

MATERYAL VE METOT

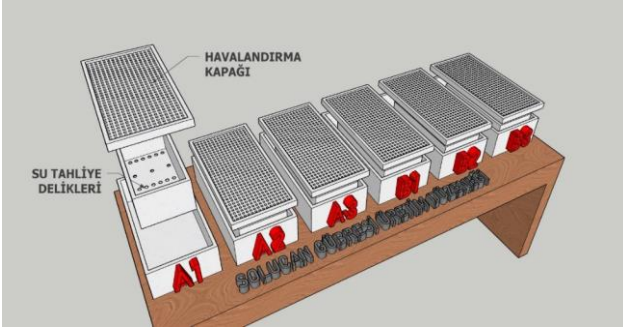
Materyal: Denemelerde kullanılan atıksu çamur örnekleri Rize Belediyesi Engindere Mahallesi'ndeki atıksu deşarj noktasından alınmıştır. Denemelerde kullanılan Kırmızı Kalifornia Solucanı (*Eisenia fetida*) Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde, Prof. Dr. Turan Yüksek'in solucan üretim laboratuvarından sağlanmıştır.

Metot: Denemelerde 2 farklı (atıksu çamuru (%100), atıksu çamuru (%50) + killi toprak (%50)), besi ortamları kullanılmıştır. Araştırma, 40 cm en x 40cm boy x 20 cm derinliğe sahip plastik kasalarda tesadüf parselleri deneme desenine uygun ve üç tekrarlı olarak yürütülmüştür (Tablo 1; Şekil 1).

Tablo 1. Denemelerde kullanılan besi ortamları.

Table 1. Feeding materials in the trials.

Deneme No	Denemelerde Kullanılacak Besi Ortamları	Tekrar Sayıları		
		A1	A2	A3
A	Atıksu Çamuru (%100)	A1	A2	A3
B	Atıksu çamuru (%50) + Killi Toprak (%50)	B1	B2	B3



Şekil 1. Solucan besleme ve gübre üretim düzeneği (Tasarım Fikir/Konsept: Turan Yüksek; Çizim: Bahriye Çemberci).

Figure 1. Worm feeding and fertilizer production mechanism (Design Concept: Turan Yüksek; Design: Bahriye Çemberci)

Araştırma için hazırlanmış deneme kaplarına önce fiziksel olarak parçalanmış 2 kg ağırlığındaki besi ortamları yerleştirilmiştir. Daha sonra ilgili besi ortamlarının her birine ağırlıkları belirlenmiş 30 adet Kırmızı Kaliforniya solucanı yerleştirilmiştir. Besi ortamlarına konulan solucanların besine olan tepkileri ilk 6 saat titiz bir şekilde izlenmiştir. Solucanların besi ortamına yerleştikleri görüldüğünde deneme kaplarının içindeki nem %50 seviyesine ulaşmaya kadar çeşme suyu su verilmiş ve kapların üzerleri 2 mm'lik ince tül ile kapatılmıştır. Besi ortamlarındaki solucan sayısı ve ağırlığı 7 gün aralıklarla ve 7 hafta boyunca tespit edilmiştir. Yedinci haftanın sonunda solucanların konulduğu besi ortamlarındaki yemlerin sindirilmesi, renk değişimleri kontrol edilmiş ve gübre oluşumu tamamlandığı için besi ortamlarındaki katı ve sıvı gübreler hasat edilmiştir.

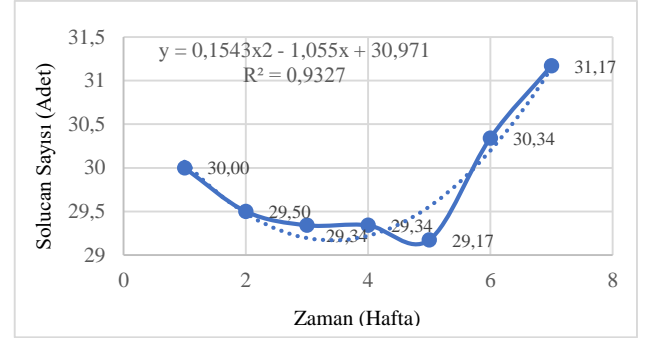
Bitki boy gelişimi haftada bir kez cetvel ile ölçülmüş, yaprak sayısı haftada bir kez sayılarak kayıt altına alınmıştır. Bitki kök boğazı çapı toprak seviyesinden hassas dijital çap ölçer ile 15 hafta boyunca ölçülmüştür. Kök uzunluğu dikim öncesi ve 15. hafta sonunda topraktan sökülen örnekler üzerinde cetvel ile ölçülmüştür. 15. Hafta sonunda topraktan sökülen her bir bitkinin yaprakları, gövdesi ve çiçekleri ayrılmış ve ayrı ayrı tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir.

Verilerin değerlendirilmesi: Farklı niteliklerdeki besi ortamlarından elde edilen katı ve sıvı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin değişimi Anova ve Varyans analizi ile, besi ortamları arasındaki çoklu karşılaştırma Duncan testi ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler tablo ve grafik halinde dönüştürülmüştür. İstatistiksel analizlerin yapılmasında SPSS-23 paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR

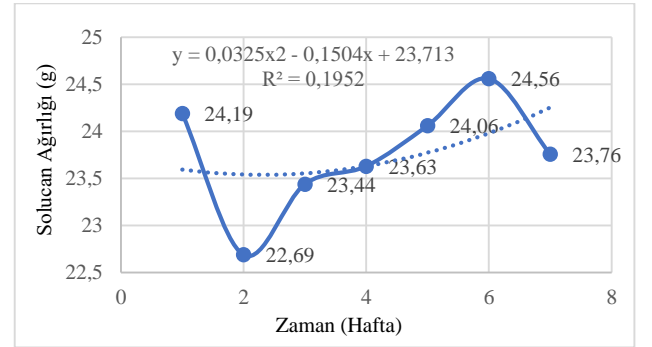
Atık su çamuru (%100) besi ortamında solucan sayıları ilk 5 hafta boyunca azalmış, daha sonra artmıştır (Şekil 2). Atık su çamurunda solucan sayılarının zamana

göre değişiminde $R^2 = 0,9327$ polinomvari bir değişim göstermiştir.



Şekil 2. Atık su çamuru (%100) ortamındaki solucan sayılarının değişimi. Figure 2. Variation of worm numbers in waste water sludge (100%) growing medium.

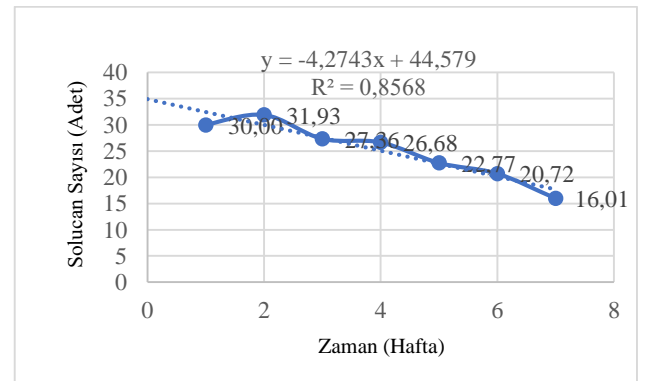
Atık su çamurundaki solucan ağırlığı ilk 2 hafta süresince %6,20 oranında azalmış, ikinci haftadan 6. haftaya kadar artmış, daha sonra tekrar azalmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Atık su çamuru (%100) ortamındaki solucan ağırlıklarının değişimi.

Figure 3. Variation of worm weights in waste water sludge (100%) growing medium.

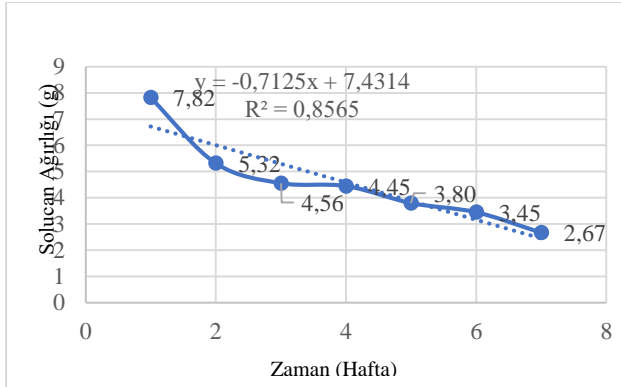
Atık su çamuru (%50) + killi toprak (%50) karışımından oluşan besi ortamındaki solucan sayıları 1. haftada artmış, daha sonra doğrusal bir şekilde azalmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Atık su çamuru (%50) + killi toprak (%50) karışımındaki solucan sayılarının zamana bağlı değişimi.

Figure 4. Variation of worm numbers in waste water sludge (50%) + clayey soil (50%) growing medium.

Atıksu çamuru (%50) +killi toprak (%50) karışımındaki solucan ağırlıkları zaman bağlı olarak doğrusal bir şekilde azalmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Atıksu çamuru (%50) + killi toprak (%50) karışımındaki solucan ağırlığının zamana bağlı değişimi.

Figure 5. Variation of worm weight in wastewater sludge (50%) + clayey soil (50%) mixture.

Besleme materyallerinden elde edilen solucan gübresi içindeki bazı besin maddelerinin değişimi: Araştırma sonucunda en yüksek Ca, Zn, Al, Fe, TOC, TC ve IC değerlerinde atık çamurdan (%100) elde edilen katı solucan gübresinde rastlanırken; en yüksek K, Mg, Na ve Mn değerlerine Atıksu Çamuru (%50) + Killi Toprak (%50) Kontrol numunesinde rastlanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Atık su çamuru (%100) ve atık çamuru (%50) +killi toprak (%50) karışımını besi ortamlarından üretilen katı solucan gübresindeki bazı fiziko-kimyasal parametrelerin değişimi.

Table 2. Variations of some physico-chemical parameters in solid vermicompost produced from wastewater sludge (100%) and waste sludge (50%) + clay soil (50%) feeding material.

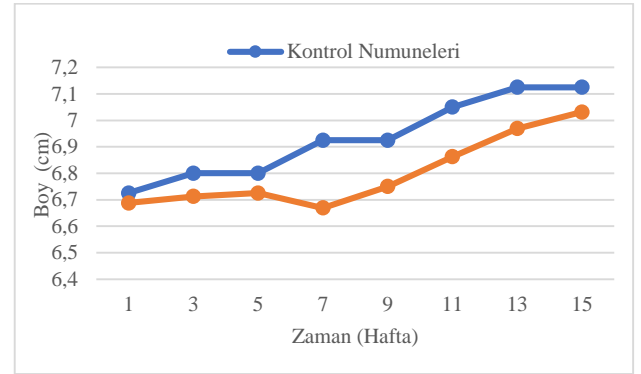
Parametreler	A Atık su Çamuru (%100, Kontrol)	B Atık su Çamuru (%100) gübresi	C Killi Toprak (%100) Kontrol numunesi	D Atık su Çamuru (%50) +Killi Toprak (%50) gübresi
Ca (mg/L)	11878,3±849 ^B	15110± 722,65 ^A	3823±362 ^D	481,7± 546 ^C
K (mg/L)	1406,7±246,81 ^B	1734,6±66,74 ^B	3706,6±413 ^A	043,5±298,96 ^A
Mg (mg/L)	5191,5±859,1 ^C	5996,7±316,5 ^C	9110±1435,8 ^A	500±246,93 ^B
Na (mg/L)	1021,16±145,1 ^{AB}	1117,3±60,45 ^{AB}	1513,7±416,9 ^A	30±143,65 ^B
Mn (mg/L)	244,5±20,62 ^B	289,83±15,31 ^B	1031,5±208,9 ^A	64,5±42,78 ^B
Zn (mg/L)	126,2±6,58 ^B	156±9,82 ^A	103,33±13,58 ^C	34,6±11,88 ^B
Al (mg/L)	24653,3±2408 ^A	28883,3±1582,6 ^A	11190±1271 ^B	083,3±512,6 ^B
Fe (mg/L)	22073±4349,7 ^A	25214,1±890,9 ^A	7966,7±1092,7 ^B	530±301 ^B
TOC (%)	5,73±0,55 ^B	6,64±0,6 ^A	2,03±0,03 ^D	,71±0,26 ^C
TC (%)	5,85±0,40 ^A	6,80±0,88 ^A	2,13±0,147 ^C	,82±0,58 ^B
IC (%)	0,12±0,01 ^B	0,16±0,01 ^A	0,10±0,03 ^B	,11±0,04 ^B

A: Atıksu Çamuru (%100, Kontrol), B: Atıksu Çamuru (%100) gübresi, C: Killi Toprak (%100) Kontrol numunesi, D: Atıksu Çamuru (%50) +Killi Toprak (%50) gübresi, TOC (%): Toplam organik karon, TC (%): Toplam karbon, IC: İnorganik karbon

Atık çamurunun vermicompostlaştırma tekniği ile katı solucan gübresine dönüştürülmesi sonucunda atık çamurunda ölçülen 11 parametrenin tümünde %9-25 arasında değişen oranlarda artış olmuştur. Parametreler arasında en yüksek artış IC miktarında, en düşük artış ise Na değerinde meydana gelmiştir. Ca, Zn, TOC ve IC değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli seviyededir (Tablo 2). Atıksu çamuru (%50) + killi toprak (%50) karışımından oluşan besi ortamından elde edilen gübredeki Ca, TOC, TC ve IC değerleri artarken; K, Mg,

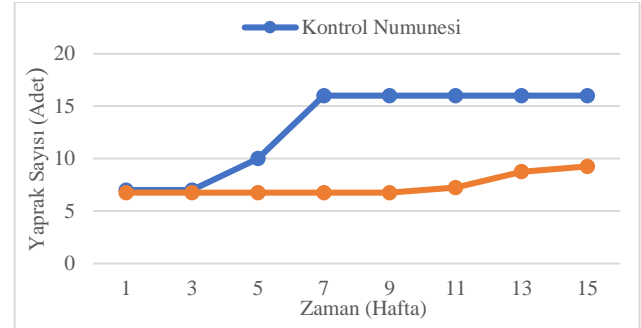
Na, Mn, Zn, Al ve Fe miktarları azalmıştır. Ca, Mg, Na, Mn, Zn, TOC ve IC değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemli seviyededir (Tablo 2).

Gübrelemenin *Daphne odora* Thunb. ‘Aureomarginata’'nın gelişimine etkisi: Atık su çamuru (%100) besi ortamından elde edilen vermicompostun *Daphne odora* Thunb. ‘Aureomarginata’'nın gelişimine etkisi gübre uygulanmayan kontrol ortamına kıyasla daha zayıf olmuştur. Atık çamuru (%100) solucan gübresinin *Daphne odora* Thunb. ‘Aureomarginata’'nın boy gelişimi (Şekil 6), yaprak sayısı (Şekil 7), kök boğaz çapı (Şekil 8) ve kök boyu (Şekil 9)’de verilmiştir.



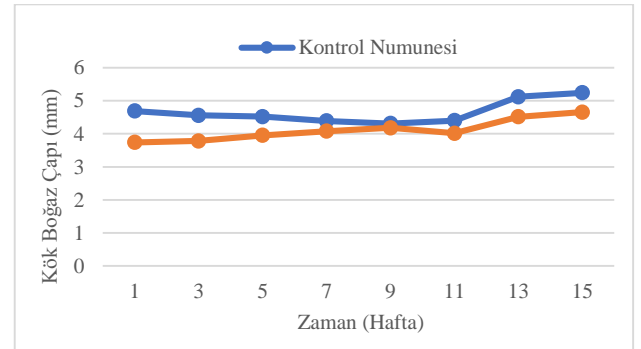
Şekil 6. Atık su çamurdan (%100) elde edilen solucan gübresinin bitki boy değişimine etkisi.

Figure 6. The effect of vermicompost obtained from wastewater sludge (100%) on plant height change.



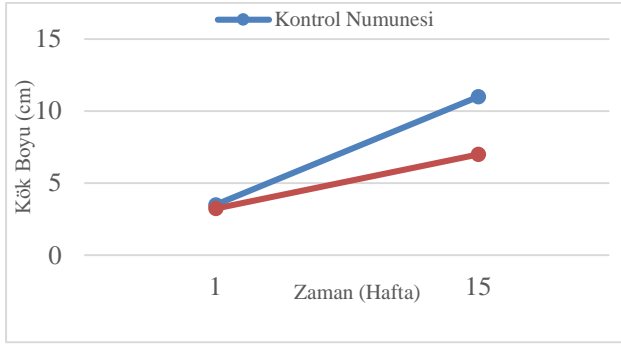
Şekil 7. Atık su çamuru (%100) solucan gübresinin yaprak sayısı değişimine etkisi.

Figure 7. The effect of vermicompost obtained from wastewater sludge (100%) on change in leaf number.



Şekil 8. Atık su Çamurdan (%100) elde edilen solucan gübresinin kök boğaz çapı değişimine etkisi.

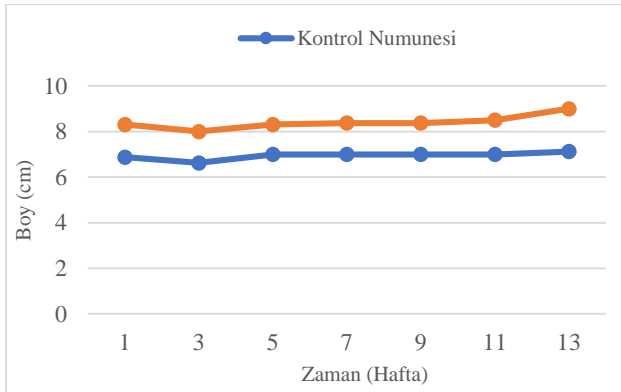
Figure 8. The effects of vermicompost obtained from wastewater sludge (100%) on root collar diameter.



Şekil 9. Atık su (%100) çamurundan elde edilen solucan gübresinin kök boy gelişimine etkisi.

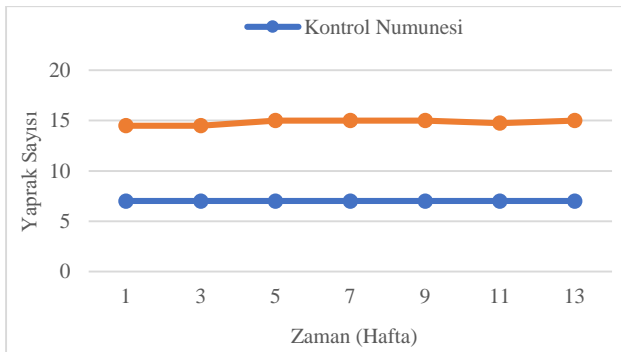
Figure 9. The effect of vermicompost obtained from waste water sludge (100%) on root length development.

Atık çamuru (%50) + killi toprak (%50) karışımı besi ortamından elde edilen vermikompostun *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata'nın gelişimine etkisi gübre uygulanmayan kontrol ortamına kıyasla daha başarılı olmuştur. Atık çamuru (%50) + killi toprak (%50) besi ortamından elde edilen solucan gübresinin *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata'nın boy gelişimi (Şekil 10), yaprak sayısı (Şekil 11), kök boğaz çapı (Şekil 12) ve kök boyu (Şekil 13)'te verilmiştir.



Şekil 10. Atık su (%50) çamuru + killi toprak (%50) besi ortamından elde edilen solucan gübresinin bitki boy gelişimine etkisi.

Figure 10. The effect of vermicompost obtained from wastewater sludge (50%) + clay soil (50%) feeding medium on plant height.

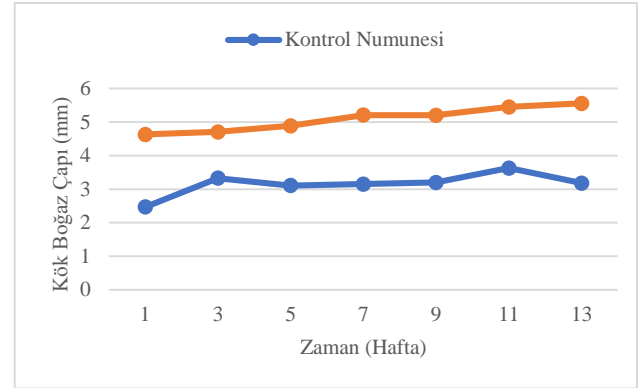


Şekil 11. Atık su çamuru (%50) + killi toprak (%50) karışımlarından elde edilen solucan gübresinin yaprak sayısı değişimine etkisi.

Figure 11. The effect of vermicompost obtained from waste water sludge (50%) + clay soil (50%) feeding medium on the number of leaves.

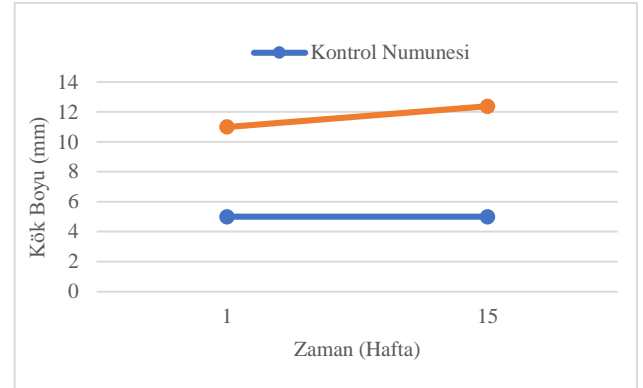
Araştırma sonucunda en yüksek kök gelişimi (Şekil 14), en fazla yaprak sayısı (Şekil 15), en yüksek çiçek ağırlığı (Şekil 17) atık su çamuru (%50) + killi toprak

(%50) solucan gübresinin uygulandığı bitkilerden elde edilmiştir. En düşük kök ağırlığı (Şekil 14), en düşük çiçek ağırlığı (Şekil 17) ve en düşük toplam toprak üstü biyokütle (Şekil 18) atık su çamuru (%50) + killi toprak (%50) kontrol karışımlarında elde edilmiştir.



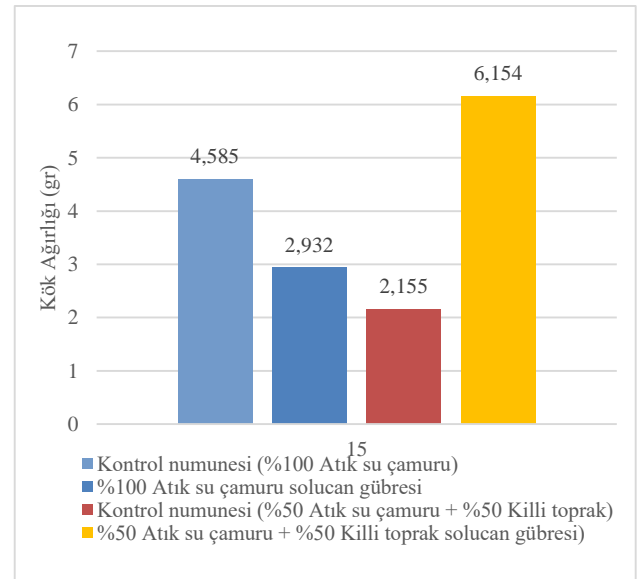
Şekil 12. Atık su çamuru (%50) + killi toprak (%50) solucan gübresinin kök boğaz çapı değişimine etkisi.

Figure 12. The effect of vermicompost obtained from waste water sludge (50%) + clay soil (50%) feeding medium on root collar diameter.



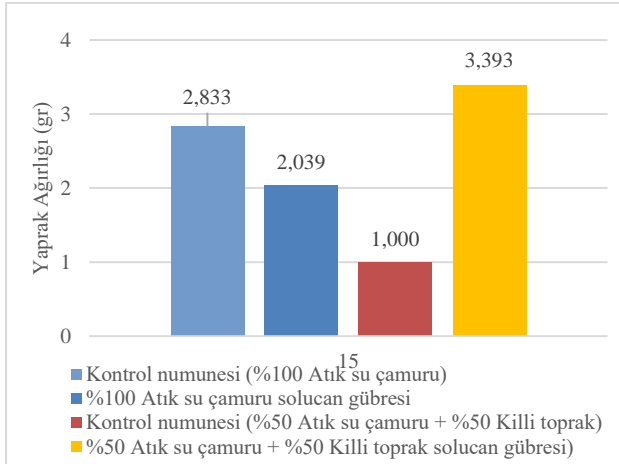
Şekil 13. Atık su çamuru (%50) + killi toprak (%50) karışımında elde edilen solucan gübresinin kök gelişimine etkisi.

Figure 13. Variation of root growing in vermicompost obtained from wastewater sludge (50%) + clay soil (50%) on root growth.



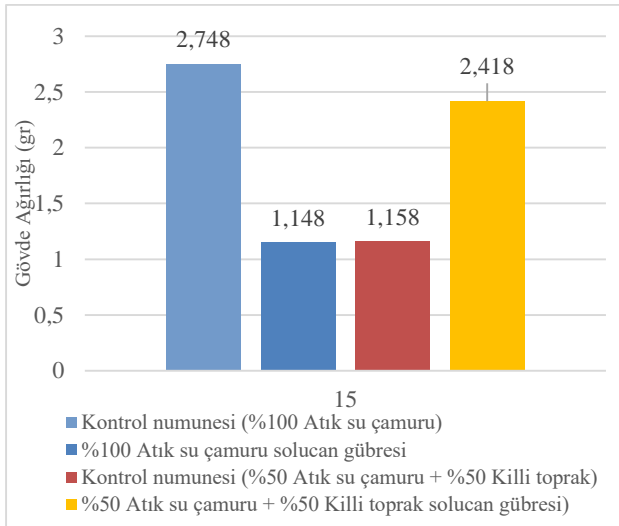
Şekil 14. Farklı besi ortamlarından elde edilen solucan gübresinin kök ağırlığına etkisi.

Figure 14. The effect of vermicompost obtained from different growing media on root weight.



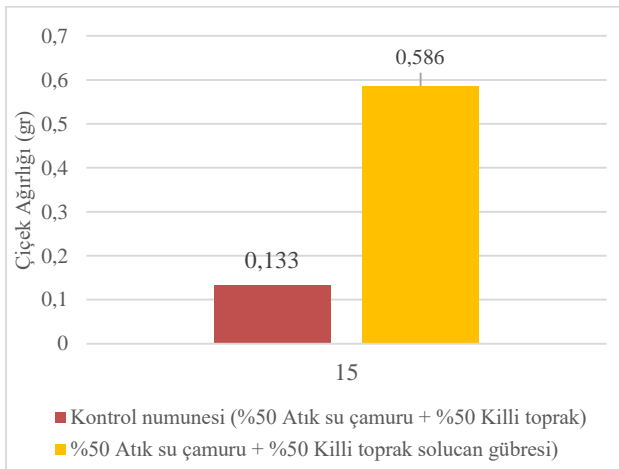
Şekil 15. Farklı besi ortamlarından elde edilen solucan gübresinin yaprak ağırlığına etkisi.

Figure 15. The effect of vermicompost obtained from different media on leaf weight.



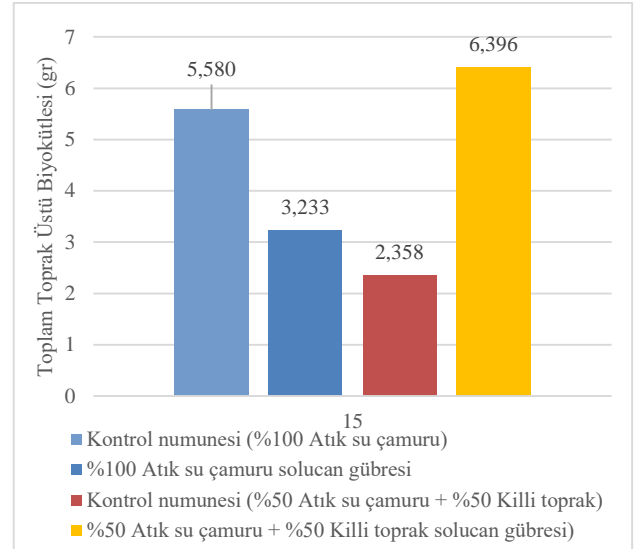
Şekil 16. Farklı besi ortamlarından elde edilen solucan gübresinin gövde ağırlığına etkisi.

Figure 16. The effect of vermicompost obtained from different media on stem weight.



Şekil 17. Farklı besi ortamlarından elde edilen solucan gübresinin çiçek ağırlığına etkisi.

Figure 17. The effect of vermicompost obtained from different media on flower weight.



Şekil 18. Farklı besi ortamlarından elde edilen solucan gübresinin toprak üstü biyokütleye etkisi.

Figure 18. The effect of vermicompost obtained from different growing media on above ground biomass.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Solucanlar, organik atıkları sindirim sistemi yoluyla fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişikliklere neden olurlar (Suthar, 2010). Solucanlar, azotlu boşaltım ürünleri, mukus, vücut sıvısı, enzimler ve hatta solucanların çürüyen ölü dokularını solucan gübresi alt sistemine ekleyerek sindirim sırasında bağırsaklarındaki azot seviyelerini artırabilir (Suthar, 2007). Organik atığın yapısı, nitrojen miktarı ve mineralizasyonu, son vermicomposttaki nitrojen çıkışı üzerinde etkilidir. Vermikomposttaki N içeriğinin artmasının organik maddenin mineralizasyonunda etkili olduğu söylenebilir. Fosfat içeriği, solucan aktivitesi nedeniyle fosforun mineralizasyonuna ve mobilizasyonuna bağlanır. Solucanların tükettiği hammaddelerin içerik ve kalitesinin ve vermicompostlama işleminin yetiştirme ortamlarındaki fosfor miktarını değiştirmede etkili olduğu düşünülmektedir. Ansari ve Rajpersaud (2012) solucanların organik maddedeki fosfatların salınmasında önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir. Basit kompost ve substrat ile ilişkili olarak solucan gübresinin K değerindeki artış, muhtemelen bağırsaktan geçiş sırasında biyolojik öğütme nedeniyle organik atık maddenin fiziksel ayrışmasından ve solucanın bağırsağında enzimatik aktivite ile birleşmesinden kaynakladığı düşünülmektedir (Rao ve diğerleri, 1996). Solucanın bağırsağında bulunan mikroorganizmalar, muhtemelen mikrobiyal enzimler üreterek çözünmeyen potasyumu çözünür forma dönüştürmüştür (Kaviraj ve Sharma, 2003). Organik kökenli atıkların vermicompostlaştırma öncesinde herhangi bir ön işleme (örneğin: oksijenli veya oksijensiz ortamlarda çürütme, materyallerin öğütülmesi, vb) tabi tutulmaması, C:N oranı, pH gibi parametrelerin değişmesi

herhangi bir ön işlem yapılmamasının vermikompost sürecine ve çıkan ürünün kimyasal içeriğine etki ettiği söylenebilir. Organik atığın yapısı, nitrojen içeriği miktarı ve mineralizasyonu, son vermikomposttaki nitrojen çıkışı üzerinde etkilidir. Vermikomposttaki N içeriğinin artmasının organik maddenin mineralizasyonunun etkili olduğu söylenebilir. Fosfat içeriği, solucan aktivitesi nedeniyle fosforun mineralizasyonuna ve mobilizasyonuna bağlıdır. Solucanların tükettiği hammaddelerin içerik ve kalitesinin ve vermikompostlama işleminin yetiştirme ortamlarındaki fosfor miktarını değiştirmede etkili olduğu düşünülmektedir Ansari ve Rajpersaud (2012) solucanların organik maddedeki fosfatların salınmasında önemli bir rol oynadığını ifade etmektedir. Atıklar vermikompostlaştırmaya alınmadan önce herhangi bir ön işlemin (örneğin atıkların çürütülmesi, öğütülmesi, C:N dengesinin sağlanması, pH düzenlemesi vb) yapılması vermikompost sürecine ve elde edilen vermikomposttaki fiziko kimyasal özelliklere etki ettiği söylenebilir. Ayrıca atık çamuru türü, atık çamurunun karışım içeriği bir yandan vermikompostlaşma süresi üzerine, diğer yanda vermikomposttaki fiziko-kimyasal parametreler üzerinde etkili olmaktadır. Atık çamuru (%50) + killi toprak (%50) karışımından elde edilen solucan gübresi control ortamlarından elde edilen solucan gübrelerine kıyasla *Daphne odora* Thunb. 'Aureomarginata' denemelerindeki bitki kök ağırlığı, gövde ağırlığı, çiçek ağırlığı ve toplam toprak üstü biyomas ağırlığında daha başarılı sonuçlar ortaya koymuştur.

TEŞEKKÜR

Bu proje TÜBİTAK 2209-A 2020/2 kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akyurt, S. (2018).** *Evsel ve endüstriyel arıtma çamurlarının toprak solucanları ile kompostlanması ve vermikompost kalitesinin belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ, Türkiye, 48s.
- Ansari, A.A. & Rajpersaud, J. (2012).** Physicochemical changes during vermicomposting of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and grass clippings. *International Scholarly Research Network ISRN Soil Science*, Article ID.984783:1-6. DOI: 10.5402/2012/984783
- Chattopadhyay, A. (2014).** Effect of vermish and vermikompost on an ornamental flower, *Zinnia*

sp. *Journal of Horticulture* 1(3). DOI: 10.4172/2376-0354.1000112

- Dindar, N. (2008).** *Arıtma çamuru verilen tarım topraklarında solucan aktivitesinin azot formlarına ve toprak enzim aktivitesine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa, Türkiye, 139s.
- Kaviraj, & Sharma, S. (2003).** Municipal solid waste management through vermicomposting employing exotic and local species of earthworms. *Bioresource Technology*, 90(2), 169-173. DOI: 10.1016/S0960-8524(03)00123-8
- Rao, S., SubbaRao, A. & Takkar, P.N. (1996).** Changes in different forms of K under earthworm activity. *Proceedings of the National Seminar on Organic Farming and Sustainable Agriculture*. 9-11 October 1996, South India, 50.
- Radovich, T.J.K., N.V. Hue, N.V., Arancon, N.Q., (2011).** Effects of vermikompost tea (aqueous extract) on pak choi yield, quality, and on soil biological properties. *Compost Science & Utilization*, 19(4), 279-292.
- Suthar, S. (2007).** Nutrient changes and biodynamics of epigeic earthworm *Perionyx excavatus* (Perrier) during recycling of some agriculture wastes. *Bioresource Technology*, 98(8), 1608-1614. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.06.001
- Suthar, S. (2010).** Pilot-scale vermireactors for sewage sludge stabilization and metal remediation process: comparison with smallscale vermireactors. *Ecological Engineering*, 36(5), 703-712. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2009.12.016
- Türkay, F.Ş.H. (2010).** *Fındık zuru ve arıtma çamurunun solucanlar ile kompostlanması ve elde edilen vermikompostun sera ve tarla koşullarında toprakların biyolojik özelliklerinde meydana getirdiği etkilerin belirlenmesi.* Doktora Tez, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun, Türkiye, 166s.
- Türüt, K. (2018).** *Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Rize, Türkiye, 45s.
- TUİK. (2018).** Belediye İstatistikleri, Sayı, 30667, Yayın Tarihi: 18 Ekim 2019. <https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.d?o?id=30667>
- Uluğ, Z. (2018).** *Solucan gübresi ve mikoriza kullanımının fasulye ve soğanda bitki gelişimi ve verim üzerine*

etkileri. Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Malatya, Türkiye,71s.

- Yüksek, T., Verep, B. & Baltacı, C. (2017).** Investigation of vermiwash obtained from california red worm which fed cow dung in terms of trace and nutrient elements. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science And Technology*, 5(8), 986-991.
- Yüksek, T., Atamov, V. & Türüt, K. (2019).** Demlenenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(2), 263-271.
- Yüksek, T., (2019).** Farklı tip yemle beslemenin kırmızı Kaliforniya solucanında solucan sayısı ve ağırlığına etkisinin belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(1), 1-6.
- Yüksek, T. (2022).** Effect of Different Feeding Materials on the Trace and Nutrient Elements of Vermicompost Using *Eisenia fetida*. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(2), 100-104.
- Yüksek, T., Oğuztürk, T. Çorbacı, Ö.L. Soyyiğit F. & Delibaş C. (2019).** Solucan gübresi ve torf uygulamalarının farklı saksı ortamında *Plectranthus amboinicus* (Lour.) bitkisinin gelişimine etkisi. 3. Uluslararası GAP Matematik Mühendislik Fen ve Sağlık Bilimleri Kongresi, 29 Kasım-1 Aralık 2019, Şanlıurfa, Türkiye, 99-109.
- 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.
- Yüksek, T. & Yüksek, F. (2017).** İnek gübresi, toprak ve farklı tip çay atığı karışımları ile beslenen kırmızı Kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı bitki besin elementlerinin belirlenmesi (TÜBİTAK-Hızlı Destek Başvuru Proje Metni).



Ekolojik Taşıma Kapasitesi : Fosfora Dayalı Yüklenme Modeli Kullanılarak Kılıçkaya Baraj Gölü için Taşıma Kapasitesi Tahmini [*]

Ekrem BUHAN^{1*} Melek YÜZER²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü Tokat, Türkiye

²Tarım ve Orman Bakanlığı, Tokat Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Tokat, Türkiye

Geliş Tarihi: 03.08.2022

Kabul Tarihi: 01.09.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atf yapmak için: Buhan, E. & Yüzer, M. (2022). Ekolojik Taşıma Kapasitesi : Fosfora Dayalı Yüklenme Modeli Kullanılarak Kılıçkaya Baraj Gölü için Taşıma Kapasitesi Tahmini. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 323-330.

How to cite: Buhan, E. & Yüzer, M. (2022). Ecological Carrying Capacity: Carrying Capacity Estimation for Kılıçkaya Reservoir Using Phosphorus Based Loading Model. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 323-330.

<https://orcid.org/0000-0003-4338-1758>
 <https://orcid.org/0000-0002-2028-6822>

*Sorumlu yazarın:
Ekrem BUHAN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Zootečni Bölümü, Tokat, Türkiye
✉: ekrem.buhan@gop.edu.tr

Öz: Ekolojik taşıma kapasitesi ekosistemlere zarar verilmeden ortamdaki üst düzeyde yararlanma ölçütünü tanımlar. Her ekonomik faaliyet gibi su ürünleri yetiştiriciliğinin de sucul ekosistemler üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Özellikle yüzer ağ kafes balık çiftlikleri yerleşim konumu gereği ortama besleyici element vererek ötrofikasyona neden olabilir. Bu nedenle balık çiftlikleri kurulmadan önce ortamın taşıma kapasitesi hesaplanmalıdır. Bu çalışmada Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde yer alan Kılıçkaya Baraj Gölünün taşıma kapasitesi Dillon-Rigler fosfor yüklenme modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Hesaplamalarda çiftlik ve göl limnolojik verileri; ortalama derinlik 16 m, yüzey alanı 64,4 km², kabul edilebilir fosfor yükü 30 mg/m³, ortalama fosfor konsantrasyonu 24 mg/m³, yemden yararlanma oranı 1,0-1,5-2,0 arasında kullanılmıştır. Model gölde ağ kafeslerde üretilebilecek yıllık alabalık miktarını 1.697 ton ile 25.162 ton arasında tahmin etmiştir. Gölün derinliğinin az olması, alt havzanın ötrofik yapısı ve küresel iklim değişimi dikkate alınarak, çevreye zarar vermeden ortalama 3000 ton/yıl alabalık üretilbileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca Türkiye'nin tüm baraj göllerinde; ağ kafes çiftliği kurulmadan önce ekolojik taşıma kapasitesinin hesaplanması önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yüzer ağ kafes, alabalık, su ürünleri yetiştiriciliği, taşıma kapasitesi.

Ecological Carrying Capacity: Carrying Capacity Estimation for Kılıçkaya Reservoir Using Phosphorus Based Loading Model

Abstract: Ecological carrying capacity defines the degree of maximum utilization of the environment without damaging ecosystems. Aquaculture has significant effects on the aquatic ecosystems something like every economic activity. Especially, floating net cage fish farms may cause eutrophication by releasing nutrients into the environment due to their settlement location. For this reason, the carrying capacity of the environment should be calculated before the establishment of fish farms. In this study, the carrying capacity of the Kılıçkaya Reservoir located in the Black Sea Region of Turkey was estimated using the Dillon-Rigler phosphorus loading model. In the calculations, limnological and cage farm data (average depth 16 m, surface area 64.4 km², acceptable phosphorus load 30 mg/m³, average phosphorus concentration 24 mg/m³, food conversion rate between 1.0-1.5-2.0) were used. According to the model, annual amount of trout that should be produced by cage farms in the reservoir was estimated as between 1.697 and 25.162 tons. Considering the low depth of the lake, the eutrophic structure of the lower basin, and the global climate change, it has been concluded that an average of 3.000 tons/year trout can be produced without damaging the environment. In addition, it is suggested that ecological carrying capacity for all reservoir in Turkey should be estimated before the fish farm establishment.

*Corresponding author:
Ekrem BUHAN
Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of
Agriculture, Department of Animal Science,
Tokat, Turkey
✉: ekrem.buhan@gop.edu.tr

Keywords: Floating net cage, trout, aquaculture, carrying capacity.

GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ve ekonomik kalkınma girişimleri için su kaynaklarının aşırı kullanımı; sucul ekolojik ortamı çok ciddi olumsuz etkilemektedir (Li & Zhou,2009). Göller ve baraj gölleri su temini yanında balık ve diğer su ürünleri üretimi için de önemli su kaynaklarıdır (Sun et al., 1999). Günümüzde küresel ölçekte çoğu göl ve akarsu ekosisteminde yaşanan su kirliliği tehditleri söz konusu ortamların ekolojik işlevlerin bozulmasının ötesinde, toplumların ekonomisini ve sürdürülebilir kalkınmasını da ciddi şekilde olumsuz etkilemektedir (Zhang et al.,2014). Su ürünleri yetiştiriciliği sistemlerinin atık sularındaki azot ve fosfor gibi iki elementin fazlalığı ötrofikasyona ve bunun sonucunda su ekosisteminde istenmeyen değişikliklere yol açabilirler (Jahan et al., 2003). Keza, kültüre alınan yoğun ve üst düzeydeki balık miktarı da gölün özgün ekolojik dengesini bozar (Zhou et al.,2011; Zhang et al.,2014).

Su ürünleri yetiştiriciliği en hızlı büyüyen gıda üretim sektörlerinden biridir ve gıda güvenliği ve geçim kaynakları için büyük potansiyellere sahiptir. Bununla birlikte, kimyasal ve biyolojik kirlilik, hastalık salgınları, sürdürülemez yem kaynakları ve kullanım alanı için rekabet dahil olmak üzere çevre için endişe verici sonuçlara neden olabilmektedir (Carballeira Braña et al.,2021). Suda yaşayan hayvanların (balık, yumuşakça, kabuklu vb.) ve deniz yosunlarının yetiştirilmesi olarak bilinen su ürünleri yetiştiriciliği, 2000-2016 döneminde yıllık ortalama % 5,8 büyüme oranıyla 80 milyon tona ulaşmış ve dünyanın en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü olmuştur (FAO, 2018). Türkiye'nin alabalık üretimi 135.732 ton (TÜİK,2022) ile İran'dan sonra ikinci sırada gelmektedir (EUMOFA,2021). 2014 yılında toplam 1945 adet 248.455 ton/yıl proje kapasiteli iç su üretim tesisinde, 122.873 ton/yıl fiili olarak alabalık üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2015). Bu üretimin büyük çoğunluğu baraj göllerindeki yüzer ağ kafes işletmelerinden gerçekleşmekte olup, potansiyel olarak ötrofikasyon tehdidi oluşturması kaçınılmaz görülmektedir. Ülkemizdeki 13.450 km²'lik içsu alanının yaklaşık 4.250 km²'lik (% 32) kısmı 677 adet baraj gölünden oluşturmaktadır (Tüfek ve Yalçın, 2007; Ayvaz ve vd., 2011). Bu baraj göllerinin potansiyel su ürünleri üretiminin sürdürülebilirliği literatür bildirişlerine göre ekolojik taşıma kapasitesinin belirlenmesi ile yakın ilişkilidir.

Her türlü insan faaliyeti ortamlarında istenmeyen değişikliklere neden olabilmektedir. Bu faaliyetlerin ortamlarına etkisini azaltmak için çevresel araçlar geliştirilmektedir. Taşıma kapasitesi kavramı sürdürülebilir kalkınmanın hem temelini oluşturur hem de işlevselleştirilmesi için bir çevresel araç olarak kabul edilir (Sala et al., 2015). Taşıma kapasitesi, modern çevre politikalarında yaygın olarak kullanılan bir kavram haline

gelmiş olup; genel olarak kabul edilemez çevresel bozulma meydana gelmeden önce, bir ortamın tolere edebileceği en üst kullanım seviyesi olarak tanımlanabilir (Weitzman and Filgueira, 2019). Taşıma kapasitesi; bağımsız olarak biyoloji, populasyon ekolojisi, insan demografisi, yaban hayatı ve kaynak yönetimi gibi birçok alanda sürdürülebilir kalkınmayı sağlayıcı bir dizi uygulama haline gelmiştir. Tarihsel ve kavramsal kökeni Thomas Malthus (1798) ve onun yaklaşımlarını "lojistik büyüme eğrisi" olarak tanınan formülasyona dönüştüren matematikçi Pierre Verhulst (1838)' a kadar uzanmaktadır (Sayre, 2008; Weitzman & Filgueira, 2019).

McKindsey et al. (2006); bölgeye ve yetiştirilecek su ürünleri sistemine göre kümülatif yoğunluğu dengelenen dört adet kaldırma kapasitesi tanımlamıştır. Bunlar;

- **Fiziksel Taşıma Kapasitesi:** Bir ekosistem içindeki potansiyel, yeterli ve mevcut su ürünleri yetiştiriciliği bölgelerinin tanımlanması (batımetri, akım, sıcaklık, arazi kullanımı, alt yapı vb.) olup ağırlıklı UA ve CBS kullanımı önerilir,
- **Sosyal Taşıma Kapasitesi:** Toplumsal görüş, görsel etki, değerler zinciri, rakip sektörler, paydaş izlenimleri vb. temel alınarak olumsuz sosyal etkinin hangi noktada oluştuğunun belirlenmesidir,
- **Üretim Taşıma Kapasitesi:** Bölge, yer ve çiftlik düzeyinde sürdürülebilir en üst su ürünleri üretiminin belirlenmesidir. Bu, kültür sistemine (yem, FCR, atık vb. oluşturmak için kullanılır), kullanılan teknolojiye ve gerekli yatırıma veya ekonomik kapasiteye ve ayrıca hedef pazarlara bağlıdır.
- **Ekolojik Taşıma Kapasitesi:** Üretim ortamlarının türleri, popülasyonları veya ekolojik süreçleri ve hizmetleri üzerinde önemli bir etki yaratmadan su ürünleri yetiştiriciliği faaliyetlerini idare etme kabiliyetini olarak özetlenebilir. Bu, oksijen tükenmesi, aşırı besleyici element yükü ve ötrofikasyon gibi kriterleri gösterge olarak kullanır.

Bunlardan Ekolojik Taşıma Kapasitesi (ETK); McKindsey (2013) tarafından *kabul edilemez ekolojik etkilere neden olmayan, kültüre alınan türlerin maksimum yoğunluğu olarak tanımlanmıştır. Elliott et al.(2018) ise kavramın aynı zamanda özümleme kapasitesi terimiyle eşanlamlı kabul edilebileceğini belirtmiştir. FAO (2010) ise ekolojik taşıma kapasitesini; esneklik kapasitesinin ötesinde herhangi bir bozulma olmaksızın sürdürülebilir kalkınmanın bir gereği olarak ekosistem perspektifinde ele alınması gerektiğini bildirmiştir (Weitzman & Filgueira, 2019).*

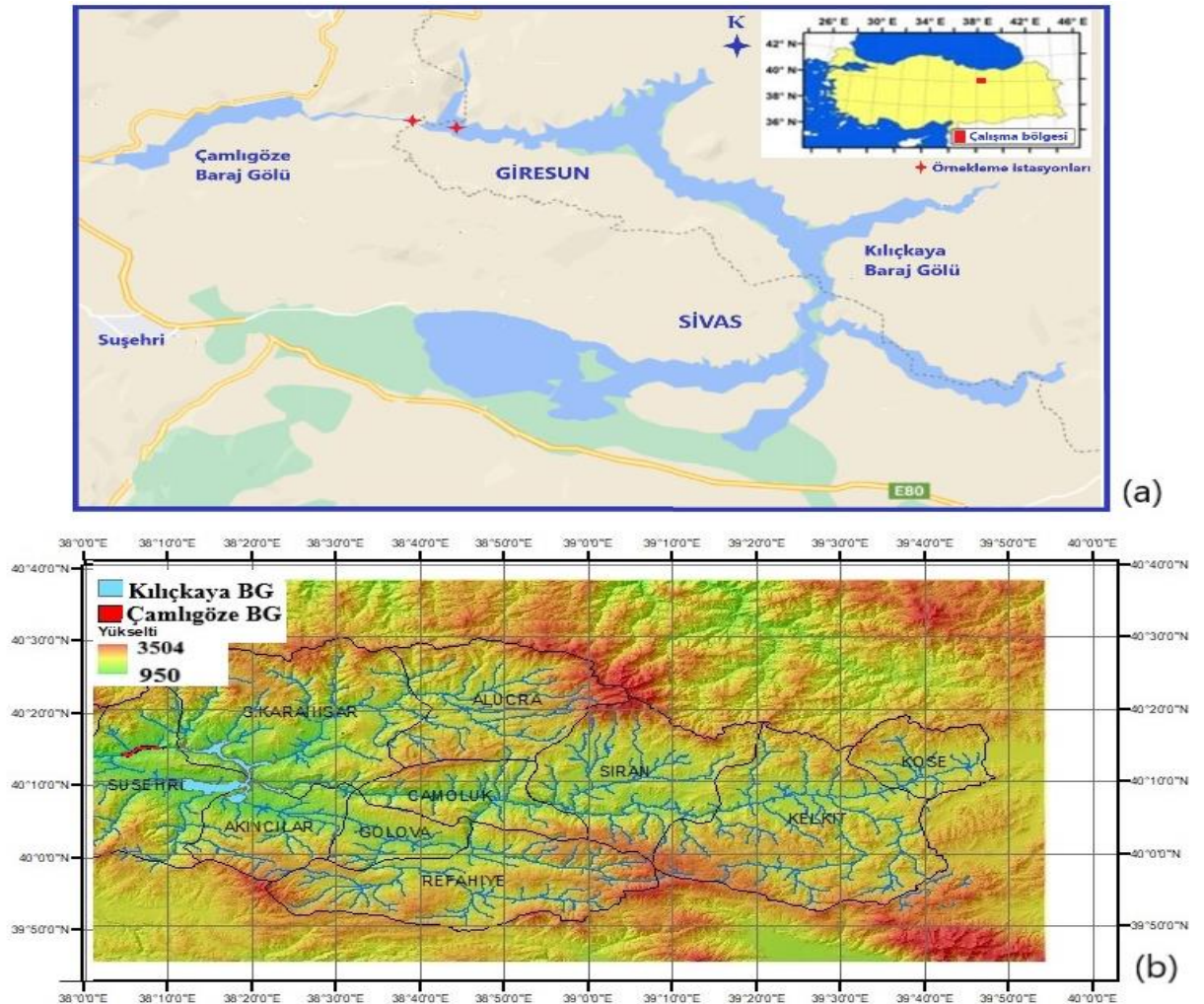
Ekolojik taşıma kapasitesi, su ürünleri üretimi için üst çevresel sınırların belirlenmesine yardımcı olan ve böylece doğal ekosistemlerde "kabul edilemez değişiklik" ten kaçınan; sürdürülebilirlik, dayanıklılık ve en iyi uygulama kılavuzlarına dayalı sürdürülebilir yönetim için önemli bir kavramdır (Ross et al., 2013). Özellikle ağ kafes işletmelerinin yoğunlaştığı baraj göllerinde ekolojik kaldırma kapasitesinin tahmini sektörel sürdürülebilir gelişim için hayati bir konudur. Ekolojik kaldırma kapasitesi için fosfor kütle dengesi modelleri ve hidrografik modeller

geliştirilmiştir (Akpojotor,2015). Beveridge (2004)'e göre daha en popüler fosfor kütle dengesi modellerinden ikisi Dillon & Rigler (1974) modeli ve OECD (1982) modelidir. Vollenweider (1975) denkleminin çeşitli modifikasyonları, su kütlelerinin besleyici element kapasitesini modellemek için çeşitli araştırmalarda kullanılmıştır. Sürdürülebilir su ürünleri üretimi, su kütleleri gibi doğal kaynakların verimli kullanımı için ekolojik taşıma kapasitesinin değerlendirilmesini dikkate almalıdır (David et al.,2015). Kılıçkaya Baraj Gölünde ağ kafeste alabalık yetiştiriciliği için henüz kapasitesi belirlenmemiş bir potansiyel bulunmaktadır. Bu çalışma, Kelkit Irmağı üst havzasında bulunan Kılıçkaya Baraj Gölünde alabalık kafes kültürü için ekolojik taşıma kapasitesini tahmin etmek için gerçekleştirilmiştir. Çalışmada göl ortamın taşıyabileceği fosfor yüklerini değerlendirmek için limnolojik ve alabalık yetiştiricilik verileri dikkate alınarak Dillon & Rigler (1975) fosfor yüklenmesi modeline dayalı tahminde bulunulmuştur. Makalede ayrıca ülkemizin balık üretim kapasitesi ve potansiyelini de dikkate alarak; yaşamakta olduğumuz küresel iklim değişimi döneminde su kaynaklarımızın

korunması için ekolojik kaldırma kapasitesi kavramı ve önemine de vurgu yapmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanı: Bu çalışma Karadeniz Bölgesinde bulunan Giresun ili Şebinkarahisar İlçesi ile Sivas İli Suşehri ilçesi sınırları arasında bulunan Kılıçkaya Baraj Gölünde yürütülmüştür. Çalışma alanının 40°14'K 38°11'D ve 40°14'K 38°11'D koordinatları arasında konumlanmaktadır (Şekil 4). Baraj gölü Yeşilırmağın en büyük kolu olan 320 km uzunluğundaki Kelkit Çayı üzerinde enerji ve taşkın koruma amacıyla 1990 yılında hizmete alınmıştır. Barajın yüksekliği 135 m, normal su kotunda göl hacmi $103 \times 10^7 \text{ m}^3$, normal su kotunda göl alanı 64 km^2 'dir (DSİ, 2017). Gölün en derin yeri 100 m civarındadır. Kılıçkaya Hidroelektrik Santrali'nin yıllık ortalama enerji üretimi ise 332GWh/yıldır. Göl sazan yavruları bırakılmakta, gölün çevresindeki tarım alanlarına gölden su çekilmektedir (Aydoğar, 2004; Dirican, 2008).



Şekil 4. Kılıçkaya Baraj Gölü coğrafi konumu, örnekleme istasyonlarını (a) ve yağış havzası (b) haritası.

Figure 4. Map of Kılıçkaya Dam Lake geographical location and sampling stations (a) and precipitation basin (b).

Su örnekleme ve analizleri: Bu çalışma Temmuz 2018 ile Mart 2019 tarihleri arasında dört mevsim su örnekleri toplanarak gerçekleştirilmiştir. Gölün baraj settesinden yaklaşık 1,5 km uzakta; orta noktalı bir konumdan yüzey suyu (1.istasyon) ile gölün tüm su kütleini temsil ettiğini düşündüğümüz baraj çıkış (kuyruk) suyu bölgesinden (2.istasyon) olmak üzere iki bölgeden su örnekleri toplanmıştır. Su kalitesi parametrelerinden, sıcaklık, çözünmüş oksijen ve pH; YSI-556 MPS çok parametrelili ölçüm cihazı kullanılarak yerinde ölçülmüş; amonyak, nitrat, nitrit ve toplam fosfor, Hach-Lange Dr-2800 mobil ve masaüstü spektrofotometre kullanılarak cihaz kütüphanesindeki uygun yöntemler ve test kitleri (Hach-Lange,2007) kullanılarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan ekolojik taşıma kapasitesi modelin tanıtımı: Vollenweider (1968) tarafından önerilen ve Dillon and Rigler (1974) tarafından geliştirildiği fosfor yüklenmesi modeli; göl hacmi, suyun yenilenme süresi, göle giren fosfor miktarı, fosforun sedimentte tutulan miktarı ve göldeki toplam fosfor derişimi ile ilişkisel olarak aşağıda sunulan formül temel alınarak tahmin edilmiştir. Model balık yetiştiriciliğinden kaynaklanan fosfor yüklenmesine uygulanırsa, aşağıdaki model ortaya çıkar:

$$\Delta[P] = \frac{L_B - (1 - R_B)}{\bar{z} \cdot \rho} = L_B = \frac{\Delta[P] \cdot \bar{z} \cdot \rho}{1 - R_B}$$

Burada;

L_B = Baraj gölleri yoğun balık kültürü için taşıma kapasitesi (mg/m² yıl)

$\Delta[P]$ = Kabul edilebilir maksimum fosfor derişimi [Pf] ile kafes kültüründen önceki fosfor derişimi [Pi] arasındaki fark (mg/m³)

\bar{z} = Ortalama derinlik (m)

ρ = Göl suyu yenilenme süresi (1/yıl)

R_B = Yoğun balık kültüründen çökelen fosforun sedimentte tutulan kısmı

Modelin diğer formülzasyonları ve açıklamaları Tablo 3’de verilmektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Su Kalitesi Bulguları: Gölde mevsimsel dönemlerle yapılan analizlerde nitrit analiz ölçüm değerlerinin altında bulunmuştur. Nitrat analiz sonuçlarının 0,119 ile 0,285 mg/l değerleri arasında dağılım göstermiş, ölçülen en yüksek değer Ekim ayında, en düşük değer ise Kasım ayında saptanmıştır. Amonyak analiz sonuçlarının 0,001 ile 0,023 mg/l arasında; en düşük değer Mart ayında, en yüksek değer Temmuz ayında ölçülmüştür. Toplam fosfor analiz sonuçlarının 0,011 ile 0,074 mg/l arasında dağılım gösterdiği en yüksek değer Mart ayında, en düşük değer ise Temmuz ayında saptanmıştır. Nitrit değerleri

kitlerin ölçüm sınırlarından düşük bulunmuştur. Göl suyu sıcaklığı; 8,41±0,21 (7,52-17,94)°C, pH’sı 8,41±0,21 (8,20-8,69) ve çözünmüş oksijen değeri 7,08 ± 0,21 (6,50-7,60) mg/l ölçülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1. Kılıçkaya Baraj Gölünde ölçülen bazı su kalitesi parametreleri

Parametre	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standart sapma
Nitrat azotu (mg/l)	0,199	0,119	0,285	0,074
Amonyak azotu (mg/l)	0,020	0,001	0,057	0,020
Toplam fosfor (mg/l)	0,024	0,011	0,074	0,028
Sıcaklık °C	10,51	7,52	17,94	1,09
Çözünmüş oksijen (mg/l)	7,08	6,50	7,60	0,56
pH	8,41	8,20	8,69	0,21

Kılıçkaya Baraj Gölünde Dirican (2008)’in gerçekleştirdiği çalışmada, göl su kalitesi birinci sınıf yüksek kaliteli sular kapsamında değerlendirilmiş ve önemli bir kirlilik sorununun olmadığı, çiftlik yerleşim alanına dikkat edilmesi koşulu ile su kalitesinin alabalık yetiştiriciliği için genelde uygun olduğunu belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada, su sıcaklığı 7,8 ile 17,9 °C arasında, pH değeri 7,21 ile 8,25 arasında, çözünmüş oksijen değeri yüzeyde 8,64 ile 8,94 mg/l arasında, nitrat azotu yüzeyde 0,30 ile 0,66 mg/l, nitrit azotu yüzeyde 0,002 ile 0,004 mg/l arasında orto-fosfat fosforu 0,009 ile 0,015 mg/l arasında değiştiği saptanmıştır (Dirican,2008). Tablo 2’de Molony (2001)’nin bildirdiği alabalık yetiştiriciliğinde uygun sınır değerlerin bu çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında ve Dirican (2008)’nin değerlendirmesi de göz önüne alındığında; genel bir değerlendirme olarak göl su kalitesi alabalık yetiştiriciliğine uygundur. Ancak bölgesel farklılıklara (örneğin güney ve doğu kesimleri) bağlı olarak uygun nitelikler de taşıyabilir. İşletme kurulmadan önce yerleşim yerinin bir yıl süre ile su kalitesi açısından izlenmesi önerilir. Güvenlik mesafesi bırakılarak baraj settesine yakın derin alanlar göl ağ kafes işletmeciliği için daha uygun morfometrik karakterler sergilemektedir.

Kılıçkaya Baraj Gölünde alabalık yoğun kafes kültürü için taşıma kapasitesi; göl ortalama derinliği yaklaşık 16 m ve yüzey alanı 64,4 km² olan gölün üretilebileceği balık miktarı kabul edilebilir fosfor yüklenmesi 60 mg/m³ olarak kabul edildiğinde, yemden yararlanma oranı (FCR) 1. 0 için 25.162 ton/yıl, FCR 1. 5 için 14.500 ton/yıl, FCR 2.0 için 10.185 ton/yıl olarak hesaplanmıştır. Kabul edilebilir fosfor yüklenmesi 30 mg/m³ kabul edildiğinde, gölde yetiştirilebilecek balık miktarı, FCR 1. 0 için 4.194 ton/yıl, FCR 1.50 için 2.417 ton/yıl ve FCR 2. 0 için 1.697 ton/yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). Dillon and Rigler (1974) kabul edilebilir fosfor yükünü 60 mg/m³ olarak bildirmişse de, Carlson & Simpson (1996); Brasil (2005) ve ANA (2009) ise kabul edilebilir toplam fosfor miktarı için ötrofikasyon sınır değeri olarak 30 mg/m³ olarak önermişlerdir. Bu değer ETK çalışmalarında kabul görmesi göl ekosistemlerinin korunmasını sağlayacaktır. Temel fosfor kütle dengesi modelleri

kullanıldığında dahi, bir rezervuarın ekolojik taşıma kapasitesini tahmin etmek için gereken veri yığını karmaşıktır ve çok disiplinli bir çaba gerektirir, bu çalışmalar zahmetli ve pahalıdır, ancak tatlı su kaynaklarının stratejik önemi göz önüne alındığında gereklidir. Su ürünleri

yetiştiriciliği alanlarının belirlenmesi, alternatif kullanımlar için düşük değerleri veya karar vericilerin daha geniş gündemleriyle bağlantılı siyasi nedenlerle değiştirilmemelidir (Leschen et al., 2005; David et al.,2015).

Tablo 2. Yetiştiricilik şartlarında alabalıklar için gerekli iyi su kalitesi sınırları*.
Table 2. Required good water quality limits for trout culture*.

Parametre	Sedgwick (1985)	Stevenson (1987)	Barton (1996)	Wedemeyer(1996)	Brannon(1991)	Bu çalışma
Sıcaklık(°C)	10-15 (G) 21 altı en iyi, >25-27 letal(Y)	10-16 (G) 20 altı en iyi >25 letal(Y)	10-22 (G) >26,5 letal (Y)		9-16 (G) <26 (Y)	10,51 (7,52-17,94)
pH	7-7,5 (G) 6'dan az olamaz (Y)	7-7,6 (G) 6'dan az olamaz (Y)	6,5-8 (G) 6'dan az olamaz (Y)	7-8 (G) 6-9 (Y)	6,7-8,5 (G)	8,41 (8,20-8,69)
Amonyak	< 0.0125 (G)	Soderberg et al.(1983)	0,3	0,2		0,020
NH ₃ -N mg/l	< 1.8 (S)		0,1-0,6	1,0		0,001-0,057
Nitrit	< 0.00012(G)		Brown and Mclay (1975)		0,014	
NO ₂ -N mg/l	< 0.23 (Y)				0,003-0,028	ÖSA
Nitrat	< 0.025 (G)	Westin (1974)			0,08	0,199
NO ₃ -N mg/l	< 0.25 (Y)				0,02-0,2	0,119-0,057

*Molony (2001)'den değiştirilerek

Tablo 3. Kılıçkaya Baraj Gölü Ekolojik taşıma kapasitesi model bileşenleri ve sonuçları.

Table 3. Kılıçkaya Dam Lake Ecological carrying capacity model components and results.

A: Göl alanı (m ²)		644 x 10 ⁹
V: Göl hacmi (m ³)		103 x 10 ⁷
Q: Gölde çıkan su hacmi (m ³)		132 x 10 ⁷
\bar{Z} : Göl ortalama derinliği (m)	V/A	16
ρ : Göl yenilenme süresi (1/yıl)	Q/V	1,28
Pi: Gölün ortalama fosfor değeri (mg/m ³)		24
R: Fosfor tutulma katsayısı	$1/(1+0,515 \rho^{0,551})$	0,63
R _B :Balık üretimi kaynaklı fosfor tutulma oranı	$R_B = x + [(1 - x) R]$	0,815
X:Sedimente çökelen toplam fosfor oranı	(0,45-0,55)	0,50
$\Delta[P]$: Fosfor yüklenmesi (mg/m ³)	$[P_f] - [P_i]$	
$[P_f]_1$:Kabul edilebilir fosfor derişimi	60 mg/m ³	36
$[P_f]_2$:Kabul edilebilir fosfor derişimi	30 mg/m ³	6
P _{yem} :Yem içeriğindeki fosfor kgP/ton (% 1.5)		15 kg/ton
P _{balık} :Balıkta tutulan fosfor kgP/ton (% 0.48)		4,8 kg/ton
P _{çevre} : Çevreye salınan fosfor kgP/ton balık (FCR: Yemden Yararlanma Oranı)	P _{yem} - P _{balık}	FCR:1 FCR:1.5 FCR:2
		15,0-4,8= 10,2 kg P/ton 22,5-4,8= 17,7 kg P/ton 30,0-4,8= 25,2 kg P/ton
	$[P_f]_1$	FCR:1 FCR:1.5 FCR:2
	60 mg/m ³	25162 ton 14500 ton 10185 ton
	İçin	
	$[P_f]_2$	FCR:1 FCR:1.5 FCR:2
	30 mg/m ³	4194 ton 2417 ton 1697 ton
	İçin	

$$LB = \Delta [P] \cdot \bar{Z} \cdot \rho \cdot A / (1 - R_B) \cdot 10^6 \cdot P_{çevre}$$

P_{ort}: Ölçülen ortalama toplam fosfor (ortofosfat ölçümünden): 0,024 mg/l= 24 mg/m³

Buna göre: ; $LB = \Delta [P] \cdot \bar{Z} \cdot \rho \cdot A / (1 - R_B) \cdot 10^6 \cdot P_{çevre}$

I. Kabul edilebilir fosfor konsantrasyonu 60 mg/m³ kabul edilerek ETK:

FCR 1. 0 için kapasite 25162 ton alabalık/yıl

FCR 1. 5 için kapasite 14500 ton alabalık/yıl

FCR 2. için kapasite 10185 ton alabalık/yıl

II. Kabul edilebilir fosfor konsantrasyonu 30 mg/m³ kabul edilerek ETK

FCR 1.0 için kapasite 4194 ton alabalık/yıl

FCR 1.5 için kapasite 2417 ton alabalık/yıl

FCR 2. için kapasite 1697 ton alabalık/yıl olarak tahmin edilmiştir.

Ülkemizde hızlı artan alabalık üretimine bağlı olarak diğer ülkelere göre kaldırma kapasitesi araştırmaları

daha üst düzeyde gerçekleşmiştir. Çalışmaların tamamına yakını Dillon and Rigler (1974) tarafından geliştirilen fosfor yüklenmesi modelini kullanmışlardır. Bu model ilk önce Kesikköprü Baraj Gölü (Pulatsü, 2002) ve Uzungöl (Verp vd.,2003)' de uygulanmıştır. Daha sonraki yıllarda baraj göllerindeki ağ kafeslere alabalık yetiştiriciliği uygulamaları çok hızlı gelişmiş ve paralel olarak da söz konusu kaldırma kapasitesi modeli ülkemiz araştırmacılarınca yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Türkiye'de model alabalık üretimi için (Büyükçapar & Alp, 2006; Buhan vd.,2010; Polat & Özmen, 2011; Alp, 2015; Ayekin vd.,2018; Küçükyılmaz vd., 2021; Aslantürk & Çetinkaya,2021) kullanılırken; diğer ülkelerde tilapya üretimi (Mhlanga et al.,2013; David et al.,2015; Abd Hamid et al.,2022; Akpojotor, 2015) değerlendirmelerine konu olmuştur (Tablo 4).

Tablo 4. Ekolojik kaldırma kapasitesinde fosfor yüklenme modeli kullanan araştırmalar
Table 4. Studies using phosphorus loading model in ecological carrying capacity

Su Kaynağın Konumu	Yüzey alanı (km ²)	Ortalama Derinlik (m)	Ortalama TP(mg/m ³)	ETK ton/yıl	Araştırma
Kesikköprü BG Ankara	6,5	15	53,10	3.335*	Pulatsü (2002)
Uzungöl Trabzon	0,13	3	35-83	503-930*	Verep vd.,(2003)
Menzelet BG K.Maraş	42	34	31	6998*	Büyükcıpar & Alp (2006)
Almus BG Tokat	31,30	33	0,29	5536*	Buhan ve vd.,(2010)
Almus BG Tokat	31,30	33	0,30	4023-6998*	Polat & Özmen (2011)
Karkamış BG Gaziantep	28,40	46	0,016	26144*	Alp (2015)
Karakaya BG Malatya	268	36	14,5	43.000*	Ayekin vd.,(2018)
Özlüce BG Elazığ/Bingöl	26,52	42	1,86	21.500*	Küçükylmaz vd.,(2021)
Sücutlü BG Isparta	0,82	8	41	9,67*	Aslantürk & Çetinkaya(2021)
*Kariba Lake Zambiya	5.500	29	10	33.200**	Mhlanga et al.,(2013)
*Ilha Solteira BG Brezilya	1195	17	13,1	155.690**	David et al.,(2015)
*Temengor BG Malezya	152	254	Ötrofik	325.230**	Abd Hamid et al.,(2022)
*Volta Gölü Gana	84,86	26,7	147	4.970**	Akpojotor (2015)

BG:Baraj Gölü, ETK:Ekolojik Taşıma Kapasitesi *Alabalık **Tilapya üretimi için

Son yıllarda modelin adı ekolojik taşıma kapasitesi olarak adlandırılmış ve yaygınlaşan balık yetiştiriciliğinin çevresel etkilerinin önüne geçmek için bir araç olarak kullanılması önerilmiştir (David et al.,2015). Gerçekleştirilen çalışmalarda takip edilen metotlar birbiri ile benzerlik gösterse de bölgesel ve yerel sosyal ve ekolojik farklılıklar, göl suyundaki fosfor miktarları, göl morfolojileri ve dinamikleri göz önüne alındığında kaldırma kapasite ile ilgili yapılan tahminler farklılıklar göstermiştir. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde alabalık yetiştiriciliği söz konusu olacağından gölün ekosistemlerinin korunması, akılcı kullanılması ve sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için üretimden kaynaklanacak çevresel etkilerin daha detaylı olarak izlemesi ve düşük su kalitesine sahip alanlarda dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Dirican,2008). Su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimi kümelenerek yoğunlaşma eğilimindedir ancak çiftlik alanlarının birbirinden uzak olması arzu edilir, çünkü en iyi alanların aşırı yoğun olması tüm alanı çevresel olarak sürdürülemez hale getirebilir (Costa-Pierce, 2002). Tek tek kafes çiftlikleri çok az çevresel etki yaratırken, kümeler halinde çok sayıda çiftliğin kümülatif etkileri önemli olabilir (White et al., 2013; David et al.,2015). Keza Kılıçkaya Baraj Gölünün kuyruk suyu ile beslenen Çamlığöze Baraj Gölü'ndeki alabalık İşletmelerin teorik ve fiili toplam kapasiteleri sırasıyla 4.250 ton/yıl ve 2.500-3.000 ton/yıl'dır (Yüngül vd.,2016). Bu gölü olumsuz etkileyebilecek bir kapasitenin oluşmaması için iki göl için kümülatif taşıma kapasitesi hesaplanmalıdır.

Ülkemiz yerüstü su kalitesi mevzuatına göre özümleme kapasitesi belirlenene kadar, en düşük su kotunda göl yüzey alanının en fazla %3'üne kadar yetiştiricilik faaliyetleri izin verilmektedir (YSKY,2012). Brezilya da ise göl yüzey alanının %1 doluluğu sınır olup, bu durumun ötrofikasyona karşı etkili bir önlem kabul edilmemesi ve her çiftlik için ayrıntılı limnolojik inceleme yapılması gerekliliği vurgulanmıştır (David et al.,2015). Bu husus ülkemiz için baraj göllerinin kaldırma kapasitesinin belirlenmesi için de öncelikli bir konu olmalıdır.

SONUÇ

Fosfor yüklenmesi model çıktılarına göre Kılıçkaya Baraj Gölünde yüzer ağ kafeslerde ötrofikasyona fırsat vermeden üretilebilecek yıllık alabalık miktarı 1697 ton ile 25162 ton olarak tahmin edilmiştir. Gölün güney ve doğu bölgelerinde derinliğinin az olması, alt havzada 5.000 tonu aşkın alabalık üretimin kümülatif etkileri de dikkate alınarak; göller için kabul gören güncel ötrofik seviyenin 30 mg/m³ kabul edilmesi durumunda ortalama değer olarak Kılıçkaya Baraj Gölü'nde 3000 ton alabalık çevreye zarar vermeden yetiştirilebilir. Ancak modellerin hata payları ve aşağı havzanın ötrofik durumları da dikkate alınarak 2000 tondan sonra ötrofikasyon izleme programı gerçekleştirilmelidir. Kılıçkaya Baraj Gölü'nde, göl ekolojik sisteminin korunması, verimli kullanım ve sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için kafeslerde alabalık yetiştiriciliğinin sebep olabileceği çevresel tesirlerin detaylı olarak düzenli bir şekilde gözlemlenmesi büyük önem arz etmektedir. Yaşamakta olduğumuz iklim değişimi döneminde su kaynaklarının artan önemi göz önüne alınarak, ülke genelinde biran önce baraj göllerinin ekolojik taşıma kapasitesi belirlenmeli ve daha sonra üretime geçilmelidir. Hiçbir bilimsel dayanağı olmayan %3'lük yüzeysel kapasite kullanım oranı mevzuattan çıkartılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abd Hamid, M., Md Sah, A.S.R., Idris, I., Mohd Nor, S.A. & Mansor, M. (2022).** Trophic state index and carrying capacity estimation of aquaculture development; the application of total phosphorus budget. *Aquaculture Research*, 1-15.
- Akpojotor, E. (2015).** *Development of Carrying Capacity Estimates for Zonation of Cage Aquaculture in Lake Volta, Ghana.* MSc Thesis, Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland.
- Alp, A. (2015).** *Karkamış Baraj Gölü'nün kafeslerde alabalık yetiştiriciliği açısından taşıma kapasitesi*

- raporu. KSÜ Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, 5s, K. Maraş.
- ANA. (2009).** Agência Nacional de Águas . *Nota Técnica.009/2009/GEOUT/SOF-ANA: atualização na metodologia de análise de pedidos de outorga para piscicultura em tanques-rede.*
- Aslantürk, A. & Çetinkaya, O. (2021).** Sücüllü Baraj Gölü'nün Alabalık Yetiştiriciliği İçin Taşıma Kapasitesinin Tahmini. *Acta Aquatica Turcica, 17(2)*, 221-232.
- Aydoğar, Ş.İ. (2004).** *Türkiye'de İlçelerin İl Olma Çalışmaları Suşehri. Acar Matbaacılık A.Ş., İstanbul, 160s.*
- Ayekin, B., Yeşilayer, N. & Buhan, E. (2018).** Karakaya Baraj gölü (Malatya) Ağ Kafes Sistemlerinde Alabalık Yetiştiriciliği İçin Taşıma Kapasitesinin Tahmini, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi* , 7 (3), 101-110.
- Ayvaz, M., Tenekecioğlu, E. & Koru, E. (2011).** Determination of trophic status of Afsar (Manisa-Turkey) Dam Lake . *Ecology, 20(81)*, 37-47.
- Beveridge, M.C.M. (1984).** Cage and pen fish farming, carrying capacity models and environmental impact. *FAO Fisheries Technical Paper 255*, Rome, 131p.
- Buhan E., Koçer M.A., Polat F., Doğan H.M., Dirim S. & Neary E.T. (2010).** Almus Baraj Gölü su kalitesinin alabalık yetiştiriciliği açısından değerlendirilmesi ve taşıma kapasitesinin tahmini. *Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1)*, 57-65.
- Büyükçapar, H.M. & Alp, A. (2006).** The carrying capacity and suitability of the Menzelet Reservoir (Kahramanmaraş-Turkey) for trout culture in terms of water quality. *Journal of Applied Sciences, 6(13)*, 2774-2778.
- BRASIL. (2005).** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 18 mar. Seção 1, p.58-63.
- Carballeira Braña, CB., Cerbule, K., Senff, P. & Stolz, I.K. (2021).** Towards Environmental Sustainability in Marine Finfish Aquaculture. *Front. Mar. Sci. 8*, 666662.
- Chen, D. & Zheng, A.R. (2005).** Contamination of N, P and organic matters from cage culture and its assessment. *Fujian Journal of Agricultural Sciences, 20*, 57-62.
- Costa-Pierce, B.A. (2002).** Sustainability of cage culture ecosystems for large scaleresettlement from hydropower dams: an Indonesian case study. In: Costa-Pierce, B.A. (Ed.), *Ecological Aquaculture – The Evolution of the Blue Revolution*. Blackwell Science, Oxford, pp. 286–313.
- David, G.S., Carvalho, E.D., Lemos, D., Silveira, A.N., & Dall'Aglio-Sobrinho, M. (2015).** Ecological carrying capacity for intensive tilapia (*Oreochromis niloticus*) cage aquaculture in a large hydroelectrical reservoir in Southeastern Brazil. *Aquacultural Engineering, 66*, 30-40.
- Dillon, P.J. & Rigler, F.H. (1974).** A test of simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentrations in lake water. *J. Fish. Res. Board. Can., 31(14)*, 1771-1778.
- Dirican, S. (2008).** Kılıçkaya Dam Lake (Sivas, Turkey) has established the evaluation of water quality. *Harran University, Faculty of Agriculture Journal 12(4)*, 25-31.
- DSİ. (2017).** Erişim tarihi: 05.04.2017). <http://www2.dsi.gov.tr/baraj/detay.cfm?ID=136>
- Elliott, M., Boyes, S.J., Barnard, S. & Borja, A. (2018).** Using best expert judgement to harmonise marine environmental status assessment and maritime spatial planning. *Marine Pollution Bulletin, 133*, 367-377.
- EUMOFA. (2021).** *Portion trout in the EU European Commission, Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries, <https://data.europa.eu/doi/10.2771/98441>*
- FAO. (2018).** *The State of World Fisheries and Aquaculture: Meeting the Sustainable Development Goals*. FAO, Rome.
- Hach-Lange. (2007).** *DR 2800 Spectrophotometer, Procedures Manual*, Edition 2.
- Jahan, P., Watanabe, T., Kiron, I. & Satoh, S.H. (2003).** Balancing protein ingredients in carp feeds to limit discharge of phosphorus and nitrogen into water bodies. *Fisheries Science, 69*, 226-233.
- Küçükylmaz, M., Koçer, M.A., Örneki, G.N., Karakaya, G., Uslu, A.A., Arısoy, G., Alpaslan, K., Türkgülü, İ. & Özbey, N. (2021).** Özlüce Baraj Gölü su kalitesinin alabalık yetiştiriciliği açısından değerlendirilmesi ve taşıma kapasitesinin tahmini. *Internal. Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 4(1)*, 15-31.
- Leschen, W., Van Veenhuizen, R., Little, D.C. & Bunting, S. (2005).** *Urban aquatic production in four Southeastern Asian cities. Network of Resource Centres for Urban Agriculture and Food Safety (RUAUF)*, ISSN 1571-6244.
- Li, J. & Zhou, X.D. (2009).** Research on water ecological carrying capacity of Yarkant River Basin. *Journal of Xi'an University of Technology, 25(3)*, 249-255.

- McKindsey, C.W., Thetmeyer, H., Landry, T. & Silvert, W. (2006).** Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management. *Aquaculture*, **261**(2), 451-462.
- McKindsey, C.W. (2013).** Carrying capacity for sustainable bivalve aquaculture. (In: Christou P, Savin R, Costa-Pierce B, Misztal I, Whitelaw B ; eds), *Sustainable Food Production*, pp. 449-466. Springer, New York, NY.
- Mhlanga, L. (2013).** The application of a phosphorus mass balance model for estimating the carrying capacity of Lake Kariba. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, **37**, 316-319.
- Molony, B.W. (2001).** Environmental requirements and tolerances of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brown trout (*Salmo trutta*) with special reference to *Western Australia: a review*. *Fish. Res. Rep. West. Aust.*, **130** (28 pp).
- Polat, F. & Özmen, H. (2011).** Almus Baraj Gölü'nde trofik seviyenin belirlenmesi ve gölün fosfor taşıma kapasitesinin araştırılması. *Ekoloji*, **20**(78), 53-59.
- Ross, L.G., Telfer, T.C., Falconer, L., Soto, D., Aguilar-Manjarrez, J., Asmah, R. et al. (2013).** *Carrying capacities and site selection within the ecosystem approach to aquaculture. Site Selection and Carrying Capacities for Inland and Coastal Aquaculture*, pp. 19-46. FAO, Rome, Italy.
- Sala, S., Ciuffo, B. & Nijkamp, P. (2015).** A systemic framework for sustainability assessment. *Ecological Economics* , **119**, 314-325.
- Sayre, N.F. (2008).** The genesis, history, and limits of carrying capacity. *Annals of the Association of American Geographers* , **98**(1), 120-134.
- Sun, G., Sheng, L.X., Feng, J., Lang, Y., & Li, Z.X. (1999).** Relationship between fishery and eutrophication in Chinese lakes. *Journal of Northeast Normal University* (Natural Science Edition), **3**(1), 74-78.
- Tüfek, M.Ö. & Yalçın, N. (2007).** Rezervuarlarda su ürünleri yetiştiriciliği, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, Yıl 3-5, Sayı 5-8, 704-716.
- TÜİK. (2022).** Türkiye İstatistik Kurumu. Su Ürünleri İstatistikleri Veritabanı. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2021-45745> [erişim tarihi:28.07.2022]
- Verep, B., Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E. & Okumuş, İ. (2003).** Uzungöl'ün genel hidrografisi ve taşıma kapasitesi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 148-157.
- Vollenweider, R.A. (1968).** *Scientific Fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular refer nitrogen and phosphorus as factors of eutrophication*. OECD, Technical Report (DA5/SU/68.27), 250p.
- Vollenweider, R.A. (1976).** Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **33**, 53-83.
- Weitzman, J. & Filgueira, R. (2019).** The evolution and application of carrying capacity in aquaculture: towards a research agenda. *Reviews in Aquaculture*.
- White, P., Phillips, M.J. & Beveridge, M.C.M. (2013).** *Environmental impact, site selection and carrying capacity estimation for small-scale aquaculture in Asia*. Site Selection and Carrying Capacities for Inland and Coastal Aquaculture. 231–251pp., *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings* No. 21. FAO. 282 pp.
- YSKY (Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği). 2012.** 30/11/2012 tarihli ve 28483 sayılı Resmî Gazete. <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?m evzuatNo=1680> (erişim tarihi: 05.04.2017).
- Yüngül, M., Karaman, Z. & Dörücü, M. (2016).** Çamlıgöze Baraj Gölü'ndeki alabalık işletmelerinin yapısal, biyoteknik ve yetiştiricilik mekanizasyonu yönünden incelenmesi, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* , **9**(2), 01-09.
- Zhang, P.P., Liu, R.M., Bao, Y.M., Wang, J.W., Yu, W.W. & Shen, Z.Y. (2014).** Uncertainty of SWAT model at different DEM resolutions in a large mountainous watershed. *Water Res.*, **53**, 132-144.
- Zhou, H.D., Jiang, C.L., Zhu, L.Q., Wang, X.W., Hu, X.Q., Cheng, J.Y. & Xie, M.H. (2011).** Impact of pond and fence aquaculture on reservoir environment. *Water Science and Engineering*, **4**, 92-100. 677.



İlköğretim Öğrencilerinin Çevre Bilinci ve Farkındalığı Üzerine Çalışmalar

Hatice VEREP* Gülçay VURAL

MEB, Çay İlköğretim Okulu, Fener Mah. Menderes Blv. No:60, Merkez, 53100, Rize, Türkiye

Geliş Tarihi: 27.08.2022

Kabul Tarihi: 12.09.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atf yapmak için: Verep, H. & Vural, G. (2022). İlköğretim Öğrencilerinin Çevre Bilinci ve Farkındalığı Üzerine Çalışmalar. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 331-335.

How to cite: Verep, H. & Vural, G. (2022). Studies on Environmental Awareness and Awareness of Primary School Students. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 331-335.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-0853-8772>

ID: <https://orcid.org/0000-0003-3583-6169>

***Sorumlu yazarın:**

Hatice VEREP

Çay İlköğretim Okulu, Merkez, 53100, Rize;
Türkiye.

✉: hverep999@gmail.com

Öz: Doğal kaynaklar zaman geçtikçe azalırken insanoğlunun da teknolojinin gelişimiyle ihtiyaç duyduğu doğal kaynakları tüketimi gittikçe artmaktadır. Bu ters durumun yaşadığımız çevrenin aleyhinde olması maalesef insanoğlunun elini kolunu bağlarken yapabileceğimiz bazı şeylerin varlığı yüreğimizi serinletmektedir. Çevrenin korunması sürecinde kuşkusuz doğal kaynakların daha az tüketimine yönelik faaliyetler ve politikalar üretmek gerekirken toplum bireylerinin de yapabileceği birçok şey bulunmaktadır. Bunlardan biri de geleceğimizin teminatı çocuklarımızın çevre farkındalığını ve bilincini artırarak geleceğe bazı mesajlar göndermek olacaktır. Bu amaçla eğitim süreçlerinde özellikle ilk ve ortaöğretim öğrencilerinin çevre konusunda bilinçlendirmeye yönelik birçok araştırma ve çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada bu amaca yönelik olarak ilköğretim öğrencilerinin çevre duyarlılığı, farkındalığı veya bilinci oluşturmaya yönelik yapılan çalışmaların ne kadar başarılı olduğunu görmek için öğrenciler üzerinde uygulanan çevre farkındalığı ve bilinci ölçütleriyle yapılan anket sonuçlarını değerlendiren araştırmalar değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çevre, Çevre farkındalığı, İlköğretim öğrencileri.

Studies on Environmental Awareness and Awareness of Primary School Students.

Abstract: While natural resources are decreasing over time, the consumption of natural resources that human beings need with the development of technology is increasing. The fact that this adverse situation is against the environment we live in, unfortunately, cools our hearts that there are some things we can do while tying the hands of human beings. While it is necessary to produce activities and policies for less consumption of natural resources in the process of environmental protection, there are many things that society members can do. One of them will be to send some messages to the future by increasing the environmental awareness and awareness of our children, which is the guarantee of our future. For this purpose, many researches and studies are carried out to raise awareness of environmental issues, especially among primary and secondary school students. In this study, the studies evaluating the results of the questionnaires applied on the students with the environmental awareness and awareness criteria were evaluated in order to see how successful the studies on environmental awareness, awareness or awareness of primary school students were for this purpose.

***Corresponding author:**

Hatice VEREP

Çay Primary School, Merkez, 53100, Rize;
Türkiye

✉: hverep999@gmail.com

Keywords: Environment, Environmental awareness, Primary school students.

GİRİŞ

Çevre canlıların yaşamış oldukları çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip canlı ve cansız ortamlardan oluşmaktadır. Doğrudan insanoğlu ve canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmeleri açısından elzem olması sebebiyle korunması gereken önemli bir varlıktır. Bu açıdan bilimsel kuramlarda çevre terminolojine birçok çevresel tanımlar girmiştir. Çevre koruma, çevre sağlığı, ekoloji, ekosistem ve ekolojik denge gibi birçok kavram çevrenin yönetilmesinde ortaya çıkmış çevre biliminin alt bilim dallarıdır (Kocataş, 2012).

Çevrenin canlılardan oluşan önemli kısmını oluşturan bitkiler ve hayvanlar çevrenin fiziksel kısmını oluşturan su, hava ve toprağın belirli özelliklere sahip olmasıyla kullanılabilir. Doğal bir ortamda canlı ve cansız ortam belirli fiziksel ve biyolojik kanunlarla yönetilirken doğal çevre kendi dengesini oluşturmaktadır. Ancak insanoğlunun yaşadığı çevreyi yönetme ve değiştirebilme kabiliyeti sayesinde çoğu zaman doğal dengeyi bozabildiği herkesin bilebildiği bir konudur. Çevre kirliliği olarak ortaya çıkan dengesizlik insanoğlunun doğal kaynakların kısıtlılığını ve çevrede ekolojik dengeyi gözetmeksizin yaptığı faaliyetler neticesinde ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada çevre kavramları açısından ilk ve orta öğretim öğrencilerinin ne düzeyde çevre bilincine sahip olduklarını araştıran çalışmaların sonuçları derlenmiş ve geleceğe yönelik eğitim sürecinde yapılması gerekenler konusunda değerlendirmeler yapılmıştır

Çevre Farkındalığını Ölçmeye Yönelik Yapılmış Çalışmalar: Çevre bilinci veya farkındalığı ve bilincinin ölçülmesine yönelik olarak geleceğimizin teminatı çocuklar olmasından dolayı toplumun en genç bireyleri olan ilköğretim ve orta öğretim öğrencilerinin ve onları eğitmeye malik öğretmenlerin görüşleri öncelikle dikkate alınmıştır. Elbette ki yarının erişkin bireyleri olacak olan çocukların çevre bilincinin geliştirilmesi çevre koruma açısından geleceğe yönelik önemli bir adımdır. Daha üst yaş gruplarıyla ilgili olarak daha çok çevre korumaya yönelik politikalar belirlenmesi ve çeşitli uygulamaların yürütülmesine yönelik doğrudan kamu kurumlarının yürüteceği faaliyetlere katılmalarına yönelik faaliyetler yürütülmektedir.

Öncelikle ilköğretim ve ortaöğretim müfredatında çevrenin yeriyile ilgili olarak şunlar söylenmelidir ki sosyal bilgiler programındaki 18 özel amaçtan yalnızca iki tanesinin, fen bilgisi programında belirtilen 10 özel amaçtan dört tanesinin, biyoloji programında belirtilen 10 özel amaçtan yalnızca bir tanesinin ve coğrafya programında belirtilen 15 özel amaçtan 6 tanesinin çevre konusu ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda programlarda çevre eğitimi ilköğretim 7. ve 8. Sınıflarda seçmeli ders olarak verildiği, ortaöğretim de ise

çevre eğitimi adında seçmeli veya zorunlu bir ders olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca programlarda birçok teorik kazanım bulunmasına rağmen uygulamaya yönelik kazanımların oranının daha az olduğu ve bu oranın artırılmasının daha etkili bir çevre eğitimi açısından da gerekli olduğu araştırmacılar tarafından ileri sürülmektedir (Özbuğutu, 2021).

Öğrencilerin çevre bilinci ve farkındalığının belirli ölçütler kullanılarak ölçüldüğü çalışmalarla ilgili literatür incelendiğinde ilköğretim öğrencileri üzerindeki çalışmaların görece daha fazla olduğu görülmektedir. İlköğretim öğrencilerinden sonra orta öğretim öğrencileri, lise ve üniversite öğrencileri ve öğretmen adaylarının görüşleri üzerine çalışmalara rastlanılmıştır.

Çevre bilinci ve farkındalığı konusuyla ilgili olarak ağırlıklı olarak ilköğretim ve diğer seviyelerde literatür incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. İlköğretim 4 ve 5. sınıf öğrencilerinin çevresel bilinç ve algılamaları ile çevre konularına karşı gelişmiş tutumlarının incelendiği bir çalışmada; öğrencilerin çevre konusunda bilinç ve algılamalarının olumlu olduğu, çevre konularına yönelik tutumlarının sınıf seviyesine, cinsiyete ve öğrencilerin babalarının eğitim seviyesine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin çevre konularına yönelik tutumlarının ailenin gelir durumu ile annelerinin eğitim seviyesine göre ise farklılaşmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Sağlam, 2012).

Çanakale'de ortaokul öğrencilerinin çevreye yönelik tutumlarını farklı değişkenler açısından tespit edilmesini amaçlayan bir çalışmada ise çevresel duyarsızlık ile çevresel duygu arasında, çevresel duyarsızlıkla çevresel davranış arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Çevresel duygu ile çevresel davranış arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çevresel duyarsızlığın çevresel duygu üzerinden çevresel davranış üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Erkek öğrencilerin çevresel duyarsızlığının kız öğrencilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Erdoğan, 2021).

Küreci (2018) Kütahya il merkezinde öğrenim gören ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin çevreye yönelik tutumlarının incelenmesini amaçlayan tez çalışmasında; İlkokul öğrencilerinin çevreye yönelik tutumlarının yüksek düzeyde olduğu bulunmuştur. Kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre çevreye yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin akademik başarıları arttıkça çevreye yönelik tutum puanlarının arttığı bulunmuştur. İl merkezinde yaşayan öğrencilerin köyde yaşayan öğrencilere göre çevreye yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerin evlerinde havyan besleme durumları ile çevreye yönelik tutum düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Öğrencilerin evin bahçesi olması

durumu değişkeni ile çevreye yönelik tutum düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Öğrencilerin babalarının eğitim düzeyi ile çevreye yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Öğrencilerin annelerinin eğitim düzeyi ile çevreye yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Orta ve yüksek düzeyde aile geliri olan öğrencilerin düşük düzeyde aile geliri olan öğrencilere göre daha olumlu çevre tutumlarına sahip olduğu bulunmuştur.

Sosyo-ekonomik düzey ile çevre bilinci arasında bir ilişki olup olmadığını ortaya koymak; varsa bu ilişkinin hangi temel kavram ve etkinliklerle ortaya çıktığını bulmak; ortaya konulacak bulgularla çevre eğitimi yaklaşımına katkıda bulunmak amaçlı bir tez araştırmasında ise öğrencilerin çevre bilinci ile ilgili olarak okullar arasında belirgin farklılıkların olmadığı, cevapların genellikle aynı yönlü olduğu, ilgi düzeylerinin ve tercihlerinin birbirine çok yakın olduğu, gelir durumu ve çevre bilinci arasındaki ilişki incelendiğinde okul farkı gözetmeksizin öğrenciler arasında farklı gelir durumunun farklı tercihlere neden olmadığını görüldüğü belirtilmektedir (Özpinar, 2010).

Erzurum ilinde ilköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin çevreye yönelik tutumlarının belirlenmesi amaçlanan bir çalışmada ise öğrencilerin cinsiyet, öğrenim gördükleri sınıf düzeyi, ailelerinin aylık geliri değişkenleri açısından istatistiksel olarak 0.05 anlamlı bir farklılık bulunmuştur (Nalçacı ve Beldağ, 2012).

Erdem ve ark. (2019) ilkökullü öğrencilerinin çevresel farkındalık düzeylerini çeşitli değişkenler açısından değerlendirdiği çalışmada öğrencilerin çevresel farkındalıkları “genel düzey” ile “doğada yaşam”, “dönüştürülebilir enerji kaynakları ve kullanımları” ve “çevresel sorumluluk” alt boyutlarında “yüksek”; “canlıların devamlılığı” alt boyutunda ise “düşük” düzeyde çıkmıştır. Araştırmada ayrıca öğrencilerin çevresel farkındalıklarının “genel düzey” ile “doğada yaşam”, “dönüştürülebilir enerji kaynakları ve kullanımları” ve “çevresel sorumluluk” alt boyutlarında dördüncü sınıftaki öğrenciler lehine; “doğada yaşam” alt boyutunda ise kız öğrenciler lehine farklılaştığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin çevresel farkındalıklarının “genel düzey” ve “doğada yaşam” alt boyutunda kardeş sayısı açısından; “canlıların devamlılığı” alt boyutunda anne eğitim durumu açısından ve “çevresel sorumluluk” alt boyutunda ise baba eğitim durumu açısından farklılaşma tespit edildiğini belirtmiştir.

İlkokul öğrencilerinin çevre farkındalıklarının ne düzeyde olduğu ve çeşitli değişkenlere göre farklılaşma farklılaşmadığını araştıran başka bir çalışmada ise ilkökullü öğrencilerinin çevre farkındalıklarının genel toplam ortalamaları ve çevresel sorumluluk alt boyutlarına göre yüksek düzeyde olduğu; doğada yaşam ve dönüştürülebilir

enerji kaynakları ve kullanımı alt boyutlarına göre çok yüksek düzeyde olduğu, canlıların devamı alt boyutuna göre düşük düzeyde olduğu bulunmuştur.

İlkokul öğrencilerinin çevre farkındalıkları doğada yaşam alt boyutunda cinsiyet, yere çöp atanları uyarma durumu ve evde çiçek yetiştirme durumu değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir. Bu anlamlı farklılık kız öğrenciler, yere çöp atanları uyarımlar ve evde çiçek yetiştirilenler lehinedir. İlkokul öğrencilerinin çevre farkındalıkları genel toplamda ve doğada yaşam alt boyutunda geri dönüşüme yönelik atıkları toplama durumu değişkenine göre geri dönüşüme yönelik atıkları toplayanlar lehine anlamlı bir farklılık göstermektedir.

İlkokul öğrencilerinin çevre farkındalıkları genel toplamda, doğada yaşam ve çevresel sorumluluk alt boyutlarında evde hayvan beslemenin uygun olup olmadığını düşünme değişkenine göre evde hayvan beslemenin uygun olduğunu düşünenler lehine anlamlı bir farklılık göstermektedir. İlkokul öğrencilerinin çevre farkındalıkları canlıların devamlılığı ve dönüştürülebilir enerji kaynakları ve kullanımı alt boyutlarında sınıf değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir. İlkokul öğrencilerinin çevre farkındalıkları dönüştürülebilir enerji kaynakları ve kullanımı alt boyutlarında kardeş sayısı değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir. İlkokul öğrencilerinin çevre farkındalıkları çevresel sorumluluk alt boyutunda baba eğitim durumu değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir. İlkokul öğrencilerinin çevre farkındalıkları anne eğitim düzeyi ve evde evcil hayvanı olup olmama durumu değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği ileri sürülmektedir (Bayraktar ve Fırat, 2020).

Saylık ve Mercin (2020) çocuklara çevre bilinci kazandırılmasında oyun tasarımının katkısını incelediği çalışmalarında 8-12 hedef yaş grubundaki çocuklar için daha önce tasarlanan çevre bilincini destekleyici ve eğitici bir oyuna rastlanmadığı ileri sürülürken buna benzer bir çalışma yapacak araştırmacılara oyunu tasarlarken izleyebilecekleri yol ve oyunun daha geniş bir yaş grubunda da kullanmaya uygun hale getirerek geliştirilebilmelerine yönelik çözümler önermiştir.

İlköğretim altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin çevreye karşı tutumlarının çoklu zekâ alanlarına göre değişiklik gösterip göstermediğinin araştırıldığı bir çalışmada cinsiyet, sınıf düzeyi ve sosyo-ekonomik düzeye göre öğrencilerin çevreye karşı tutumları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Sözel zekâ alanı hariç diğer zekâ alanlarının gelişme düzeyleri arttıkça öğrencilerin çevreye karşı tutumlarının olumlu yönde arttığı belirtilmektedir (Arslanyolu, 2020).

İbret ve ark. (2021)'in ilköğretim 4. sınıf Sosyal Bilgiler dersi "İnsanlar, Yerler ve Çevreler" öğrenme alanında yer alan doğal çevreye duyarlılıkla ilgili konuları alternatif etkinliklerle öğrencilere vermenin amaçlandığı bir incelemede çevre konularında alternatif etkinlik kullanımının, öğrencilerin doğal çevreye karşı duyarlılık kazanmasında etkili olduğu sonucuna ulaşılmış olduğunu bildirmektedirler.

Öğretmen adaylarının (Biyoloji, Fizik, Kimya, Sosyoloji, Coğrafya, Tarih ve İlköğretim Fen Bilgisi öğretmen adayları) çevre bilinci ve çevresel duyarlılıklarını bazı değişkenler açısından incelendiği bir araştırmada ise öğretmen adaylarının Çevre Bilinci ve Çevresel Duyarlılıklarının branşları ve cinsiyetleri arasında anlamlı bir farklılık göstermediği, ancak ölçeğin Çevresel Duyarlılık boyutunda branşlar arasında anlamlı bir farklılık bulunduğu ileri sürülmektedir (Akçay ve Pekel, 2017).

Literatür tarandığında yukarıda sıralanan çalışmalarda ifade edilen hususlar açısından birçok örnek bulunmaktadır. Burada konu itibarıyla ilk göze batan ve konuyla en ilgili araştırmalar üzerinde durulmuştur. Bu çalışmada mevcut literatür bulgularının değerlendirilmesi yanında ilköğretim ve orta öğretim öğrencilerine çevre bilinci ve farkındalığı verilmesi adına yapılması gerekenler irdelenmiştir.

Çevre Bilinci ve Farkındalık Ölçütleri: Çevre bilinci ve farkındalığı düzeyinin ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki öğrenciler için belirlemeye yönelik birçok ölçüt kullanılmaktadır. Bu ölçütlerin akademik araştırmalar neticesinde üretilmiş olması, uygulamalardaki başarısı ispatlanmış ve uygulanan öğrenciler veya kişiler tarafından anlaşılır nitelikte olmasına dikkat edilmektedir. Örneğin Çevresel tutum üzerinde üretilen sorulardan oluşan bir ölçütte çevresel davranış, çevresel düşünce ve duygu alt ölçütleri tamamen, kısmen ve hiç katılım gibi ölçütlerle değerlendirilmektedir. Tabiidir ki ölçütlerin uygulandığı öğrencilerin sosyo-ekonomik pozisyonları yanında kişisel bilgileri ölçütün uygulanmasında temin edilmektedir.

Değerlendirme ve Sonuç: Öncelikle şu belirtilmelidir ki hali hazırda ilköğretim ve orta öğretimde eğitim-öğretim müfredatında çevre konusunda hedeflenen özel amaçlar içerisinde çevre konusunda çok düşük sayıda madde bulunurken ve verilen dersler içerisinde zorunlu dersler olmadığı gibi sadece seçmeli derslerin olduğu bir gerçektir. Diğer yandan çevre konusundaki eğitim-öğretim faaliyetlerinin teorik bazda yürütüldüğü pratiğe yönelik herhangi bir uygulama söz konusu olmadığı gözükmektedir. Bu durum çevre farkındalığı veya çevre bilincinin öğrencilerde oluşması için yeterli olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla eğitim-öğretim faaliyetlerinin çevre konularında daha fazla içerikli, daha pratiğe yönelik uygulamaların geliştirilmesi gerekliliği açık bir gerçektir.

İlköğretim öğrencileri üzerinde çevre bilinci ve farkındalığı üzerinde belirli ölçütlerle yapılan anket çalışmaları neticesinde kız öğrencilerin çevreye karşı tutumlarının erkek öğrencilere karşı daha olumlu olduğu, sosyo-ekonomik durumu iyi olan öğrencilerin çevreye karşı tutum konusunda daha dikkatli olduğu ve kırsal kesimdeki öğrencilerin şehir merkezlerindeki öğrencilere nazaran çevresel tutumları daha düşük seviyede olduğu bulunmuştur.

Birçok araştırmada öğrencilere çevre bilinci verilmesi yolunda alternatif yolların bulunmasının gerekliliği vurgulanmakta, pratik ve görsel oyunlarla çevre tutumu ve farkındalığının daha iyi oturtulabileceği ileri sürülmektedir.

Diğer yandan öğretmen adaylarının da çevre farkındalığı hususunda tutumları arasında branş açısından farklılıkların ortaya çıktığı bazı çalışmalarda ifade edilirken öğrencilere çevre bilinci verilmesi hususunda en uygun branşların seçilmesinin gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak ilköğretim öğrencilerine çevresel tutum konusunda olumlu görüşler oluşturmaya yönelik olarak öncelikle müfredatın geliştirilmesi, çevre konusunda içeriklerin zenginleştirilmesi ve uygulamaya yönelik alternatif yolların geliştirilmesi gerekliliği kesinlikle ifade edilmelidir. Bu konuda ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin biyoloji, orman ve su ürünleri veya ziraat fakültelerinin bitki ve hayvan araştırmalarının yapıldığı müze ve laboratuvarları periyodik olarak ziyaret ettirilmeli, öğretim elemanlarınca teknik gezi boyunca bilgilendirilmeli, varsa öğrencilerin yaşadığı şehirlerdeki hayvanat bahçeleri ve büyük akvaryumlar öğrencilere gezdirilmelidir. Okul bahçesinde veya belediye tarafından halka açılan hobi bahçelerinde öğrencilere tohum ve bitki yetiştirme konusunda uygulamalı faaliyetler yaptırılmalı, ağaçlandırma çalışmalarında fidan diktirme ve sulama çalışmaları bizzat yaptırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akçay, S. & Pekel, F.O. (2017).** Öğretmen Adaylarının Çevre Bilinci ve Çevresel Duyarlılıklarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. *İlköğretim Online*, *16*(3), 1174-1184.
- Arslyolu, K. (2010).** *İlköğretim Öğrencilerinin Çevreye Karşı Tutumlarının Çoklu Zekâ Kuramına Göre İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, 71s.
- Bayraktar, H.V. & Fırat, T. (2020).** İlkokul Öğrencilerinin Çevre Farkındalıkları. *Uluslararası Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma Dergisi*, *7*(55), 1722-1737.

- Erdem, M., Meriç, E. & Meriç, A. (2019).** İlkokul Öğrencilerinin Çevresel Farkındalıklarının Çeşitli Değişkenler Açısından Değerlendirilmesi. *Journal Of STEAM Education Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi* 2(1), 21-38.
- Erdoğan, M. (2021).** İlköğretim Öğrencilerin Çevreye Yönelik Tutumlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma: Çanakkale Örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 249-271.
- İbret, B.Ü., Demirbaş, İ. & Demir, F.B. (2019).** İlkokul 4. sınıf öğrencilerine alternatif etkinliklerle doğal çevreye duyarlılığın kazandırılması. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 8(1), 258-280.
- Kocataş, A. (2012).** *Ekoloji Çevre Biyolojisi*, Dora Yayınevi, 597s.
- Küreci, C. (2018).** *4. Sınıf Öğrencilerinin Çevreye Yönelik Tutumlarının Güncellenmesi*. Yüksek Lisans Tezi Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Temel Eğitim Anabilimdalı Sınıf Eğitimi Bilim Dalı, 65s.
- Nalçacı, A. & Beldağ, A. (2012).** İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Çevre Tutumlarının Belirlenmesi (Erzurum Örneği). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 28, 141-154.
- Özbuğutu, E. 2021, (2018).** İlköğretim ve Ortaöğretim Programlarında Çevre Konusunun Yeri. *Ekev Akademi Dergisi*, 86, 249-268.
- Özpınar, B. (2010).** *Ortaöğretim Öğrencilerinde Sosyo-Ekonomik Düzeyin Çevre Bilincine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyoloji Anabilim Dalı, 94s.
- Sağlam, S. (2012).** *İlköğretim 4 ve 5. Sınıf Öğrencilerine Göre Çevre Sorunlarının Betimlenmesi ve Öğrencilerin Çevre Konularına İlişkin Tutumları*. Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sınıf Öğretmenliği Bilim Dalı, 101s.
- Saylık, M. & Mercin, L. (2020).** 8-12 Yaş Grubu Çocuklara Çevre Bilinci Kazandırılmasında Oyun Tasarımının Rolü. *SED*, 8(2), 144-155s.



Description of a new species *Squalius* from Lake Hazar and Upper Tigris River drainages in Anatolia (Teleostei: Leuciscidae)*

Davut TURAN

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries, 53100 Rize, Turkey

Geliş/Received: 22.06.2022

Kabul/Accepted: 16.09.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Turan, D. (2022). Description of a new species *Squalius* from Lake Hazar and Upper Tigris River drainages in Anatolia (Teleostei: Leuciscidae). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 336-340.

Atıf yapmak için: Turan, D. (2022). Hazar Gölü ve Dicle Nehri Yukarı Havzasında Yeni Bir *Squalis* Türünün Tanımlanması (Teleostei: Leuciscidae). *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 336-340.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-9586-6223>

*Corresponding author:

Davut TURAN

Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of

Fisheries, 53100 Rize, Türkiye

✉: dvturan@yahoo.com

Abstract: In a study of the fishes of the Lake Hazar, and Tigris, Euphrates and Kueik rivers were recorded four species of *Squalius* belonging to the *Squalis cephalus*-group were found: The western drainage of Euphrates River (Tohma Stream) population was identified as *S. seyhanensis*, northern drainages of Euphrates as *S. semae*, and the Kueik populations as *S. berak*. The comparison of 28 metric, 9 meristic parameters and morphological characters showed that the populations of the Lake Hazar and the upper Tigris drainages are distinct and belong to a hitherto unnamed species. We describe it here as *Squalius verepi* sp. n.

Keywords: Freshwater fish, Türkiye, taxonomy, chub, morphology.

Hazar Gölü ve Dicle Nehri Yukarı Havzasında Yeni Bir *Squalis* Türünün Tanımlanması (Teleostei: Leuciscidae)

*Sorumlu yazar:

Davut TURAN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su

Ürünleri Fakültesi, 53100, Rize, Türkiye

✉: dvturan@yahoo.com

Öz: Bu çalışmada, Hazar Gölü, Dicle, Fırat ve Kueik nehirlerinden *Squalius cephalus* grubuna ait 4 tür tespit edilmiştir. Fırat Nehri'nin batı drenajlarında *S. seyhanensis*, Kuzey drenajlarında *S. semae* ve Kueik Nehri'nden *S. berak* dağılım gösterdiği saptanmıştır. Hazar ve Dicle popülasyonları 28 metrik ve 9 meristik karakter bakımından Fırat ve Kueik nehirlerinden rapor edilen türler ile karşılaştırılmış ve bu popülasyonların henüz tanımlanmamış olduğu saptanmıştır. Burada, bu popülasyonları *S. verepi* adında yeni tür olarak tanımlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Tatlısu balıkları, Türkiye, taksonomi, tatlısu kefali, morfoloji.

INTRODUCTION

The genus *Squalius* Bonaparte, 1837 is distributed in Europe and Western Asia. The genus includes about 48 species widespread in the Western Palearctic (Özuluğ & Freyhof, 2011; Turan et al., 2013). In Turkey, the species of genus occur in almost all streams and rivers. Turkish *Squalius* species morphologically divided in two groups. First one, *Squalius cephalus* group, morphologically represented with 16 species: *S. orientalis* (Nordmann, 1840) from the rivers and streams of Caucasus; *S. berak* Heckel, 1843 from Kueik River; *S. turcicus* De Filippi, 1865 from Arax Rivers drainaegs; *S. agdamicus*

Kamensky, 1901 from Kura River drainages; *S. fellowesii* (Günther, 1868) from Madra south to Eşen River; *S. pursakensis* (Hanko, 1924) from Sakarya River; *Squalius cii* (Richardson, 1857) from Susurluk River; *S. kosswigi* (Karaman, 1972) from Tahtalı River; *S. aristotelis* Ozuluğ & Freyhof, 2011 from Tuzla drainage, *S. carinus* Ozuluğ & Freyhof, 2011 from Lake Işıklı basin; *S. cappadocicus* Ozuluğ & Freyhof, 2011 from Melendiz River in Lake Tuz basin; *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) from western part of Turkish Black Sea coast; *S. recurvirostris* Ozuluğ & Freyhof, 2011 from Lake Eber, Akşehir, and Ilgın basins; *S. adanaensis* Turan, Kottelat & Doğan, 2013 from streams of the lower Seyhan River basin; *S. seyhanensis*

[*] urn:lsid:zoobank.org:pub:42683D9B-F91C-4588-8F0E-421007BC479E

Turan, Kottelat & Doğan, 2013 from streams of the upper Seyhan River basin; and *S. semae* Turan, Kottelat & Bayçelebi, 2016 from the northern drainages of Euphrates (Heckel, 1843; Hanko, 1924; Nordmann, 1840; De Filippi, 1865; Battalgil, 1942; Berg, 1949; Karaman, 1972; Bogutskaya, 1994; Özuluğ & Freyhof, 2011; Turan et al., 2009; Turan et al., 2013; Turan et al., 2016, Bayçelebi, 2019). The other, *Squalius lepidus* group, include 3 species: *S. lepidus* Heckel, 1843; *S. anatolicus* Bogutskaya, (1997); and *S. kottelati*, Turan, Yılmaz & Kaya, 2009.

This study identified one species from the Lake Hazar and two species from Tigris River (Persian Gulf basin) of *Squalius*. One is readily identifiable as *S. lepidus*, a species belonging to the *Squalius lepidus* group and it occurs in the Euphrates and Tigris drainages (Turan et al., 2009). The other species belongs to the *Squalius cephalus* group which is unnamed thus, the aim of the present study is to describe the species based on morphological characters.

MATERIAL AND METHOD

Fish were caught by pulsed DC electrofishing equipment and killed by over anaesthetization,

fixed and stored in formaldehyde. Material examined is deposited in Recep Tayyip Erdogan

University Zoology Museum of the Faculty of Fisheries, Rize (FFR). Measurements were taken with digital calipers (0.1 mm accuracy). Counts and measurements follow Kottelat & Freyhof (2007) except as follows. Head width1: distance between anterior margin of eyes; head width2: distance between posterior margin of eyes; head width3: at middle of opercle; head depth1: through eye; head depth2: at nape; width of mouth gape: between corners of mouth; length of mouth gape: from tip of upper lip to corner of mouth. The lateral-line scale count includes the scales on the base of the caudal fin. The last two branched dorsal and anal-fin rays articulating on a single pterygiophore are counted as 1½. The number in parentheses after a count indicates the frequency of that count. Asterisks indicate the values of the holotype. The map was created using the Qgis v. 3.8.3-Zanzibar software available at <http://diva-gis.org>. Occurrence data in the map (Fig. 2) are based on our own material.

Abbreviations used: SL, standard length, SD, standard deviation; HL, lateral head length. We follow Stout et al. (2016) and authors cited in this publication and treat the cyprinid subfamily Leuciscinae as an own family: Leuciscidae.

The morphometric and meristic data for *Squalius* species in eastern Turkey Turan et al. (2009; 2013, 2017), Bayçelebi (2019).

RESULTS

Squalius verepi, new species



Figure 1. *Squalius verepi*, FFR 6296, holotype, 175 mm SL; stream Behremas.



Figure 2. *Squalius verepi*, paratypes, from top, FFR 763, 180 mm SL, 161 mm SL; 155 mm SL, stream Behremas.



Figure 3. *Squalius verepi*, paratypes, from top, FFR 748, 169 mm SL, 165 mm SL; 157 mm SL, stream Akçapınar, Tigris River.

urn:lsid:zoobank.org:act:F2A706E6-FF90-43DF-B156-BA10507CABD5

Holotype: FFR06296, 1, 175 mm SL; Turkey: Elazığ prov.: stream Behremas at lake Hazar, 38.501N 39.508E.

Paratypes: FFR00763, 38, 87-176 mm SL; same data as holotype. -FFR00628, 52, 45-120 mm SL; Turkey:

Diyarbakır prov.: stream Batman at Malabadi bridge, 38.153N 41.205E. -FFR00630, 4, 80–103 mm SL; Turkey: Diyarbakır prov.: stream Akçayır at Sinanköprü bridge, 37.871N 40.989E. -FFR00678, 16, 32–158 mm SL; Turkey: Diyarbakır prov.: stream Akçayır at Sinanköprü bridge, 37.868N 40.988E. -FFR00679, 15, 65–98 mm SL; Turkey: Diyarbakır prov.: stream Batman at Malabadi bridge, 38.154N 41.203E. -FFR00748, 11, 117–166 mm SL; Turkey: Diyarbakır prov.: stream Akçayır at Sinanköprü bridge, 37.871N 40.990E. -FFR00751, 13, 86–138 mm SL; Turkey: Diyarbakır prov.: stream Batman at Malabadi bridge, 38.154N 41.203E.

Diagnosis: *Squalius verepi* is distinguished from the species in Tigris-Euphrates and adjacent basins as the following characters. *Squalius verepi* is distinguished from *S. berak* (Fig. 4) by having a smaller head (length 25–28% SL, vs. 29–31), a greater interorbital distance (interorbital width 36–41% HL, mean 38.2, vs. 30–37, mean 34.2), the mouth gape smaller than its width (vs. greater than its width), a deeper head (head depth at nape (62–68% HL, mean 64.8, vs. 56–64, mean 59.8), a deeper snout (snout depth at the nostril 32–38% HL, mean 34.0, vs. 24–33, mean 29.0), and fewer black pigments on posterior edge on flank scales and more black pigments on each flank scale pocket (Fig.5). *Squalius verepi* is distinguished from *S. semae* by the presence of orange pigments on anal-fin rays in live individuals (vs. anal-fin rays with black pigments in live individuals, fewer dark brownish or blackish pigments on posterior edge of each flank scales (vs. with dense dark brown pigments, and almost covered by the posterior margin of preceding scales (Fig. 5), fewer gill rakers the outer side of the first gill arch (8–11, vs. 11–12) and length of mouth gape is smaller than its width (vs. approximately equal). *Squalius verepi* is distinguished from *S. seyhanensis* by having a fewer dark grey or blackish pigments on posterior edge of each flank scale (a few, vs. numerous, [Fig. 5]), a narrower head (width at the posterior margin of eyes 50–55% HL, vs. 56–60) and a slenderer anal-fin (height 50–55% SL vs. 56–60). It is distinguished from *S. lepidus* by the lower jaw not projecting, having fewer branched anal-fin rays ($7\frac{1}{2}$ – $8\frac{1}{2}$, mode $8\frac{1}{2}$, vs. $8\frac{1}{2}$ – $10\frac{1}{2}$, mode 9), fewer lateral line scales (42–46, vs. 48–49) and fewer gill rakers the outer side of the first gill arch (8–11, vs. 11–13).

Description: The general appearance is shown in Figs. 1–3; morphometric and meristic data are given in Tables 1. Body moderately deep, slightly compressed laterally. Dorsal profile of body convex, ventral profile less convex than dorsal profile. Head short, its length 25–28 % SL, approximately 1.0–1.3 times body depth, its dorsal profile straight or slightly convex at the interorbital area and slightly convex on the snout. Mouth slightly subterminal, its corner not reaching vertical through

anterior margin of eye. Length of mouth gape slightly smaller than its width. Upper lip thick, anterior width approximately 1.7–2.0 times width at the corner of the mouth. Snout with a slightly rounded tip.



Figure 4. *Squalius Berak*, From Top, Ffr 3821, 169 Mm SL, 165 Mm SL; 157 Mm SL, Stream Kueik.

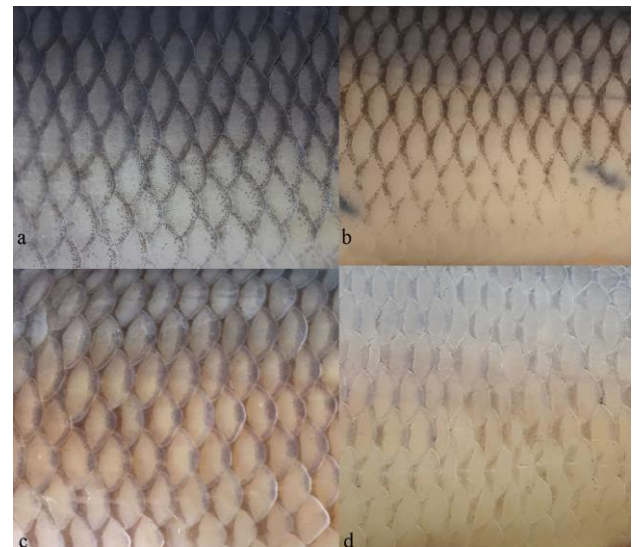


Figure 5. Pigments on flank scales: from the top of: a) *Squalius semae*, FFR 669, 174 mm SL; b) *S. berak*, FFR 775, 164 mm SL, Kueik River; (c) *S. seyhanensis*, FFR 729, 228 mm SL; d) *S. verepi*, FFR 763, 180 mm SL, 161 mm SL; 155 mm SL, stream Behremas.

Dorsal fin with 4 simple and $8\frac{1}{2}$ (19) and $9\frac{1}{2}$ (1) branched rays, its height approximately equal to the pectoral-fin length, outer margin straight or slightly convex. Pectoral fin short, its length 16.7–19.2% SL, outer margin convex, with 15 (2), 16 (5), 17 (8) and 18 (5) branched rays. Pelvic fin rounded, with 1 simple and 8 (3) or 9 (17) branched rays, outer margin convex. Anal fin with 3 simple and $7\frac{1}{2}$ (3) and $8\frac{1}{2}$ (17) branched rays, fleshy, outer margin convex. Caudal fin slightly forked, lobes slightly pointed. Lateral line with 42 (4), 43 (2), 44 (5), 45 (7) and 46 (2); 7 (6) and 8 (14) scale rows between lateral

line and dorsal-fin origin; 3(8) and 4 (12) scale rows between lateral line and anal-fin origin. Gill rakers 8-11 on the outer side of the first-gill arch. Pharyngeal teeth 2.5-F5.2, distinctly hooked, serrated.

Table 1. Morphometric data of *Squalius verepi* from stream Behremas and Akçapınar.

	holotype	range (mean)	SD
N=22			
Standard length (mm)	175	140-181	
In % SL			
Head length	26.9	25.3-28.2 (26.6)	0.7
Body depth at dorsal-fin origin	24.7	21.5-26.0 (24.4)	1.1
Predorsal length	54.8	52.6-56.0 (54.3)	0.8
Prepelvic length	51.4	48.7-51.4 (50.3)	0.7
Prealanal length	72.5	69.8-73.9 (71.8)	1.3
Pectoral-fin origin to anal fin	49.6	47.0-51.2 (48.9)	1.4
Pectoral-fin origin to pelvic fin	27.3	25.2-28.7 (26.6)	1.0
Pelvic-fin origin to anal fin	23.4	21.2-24.5 (23.0)	0.9
Dorsal-fin height	16.4	16.2-19.0 (17.3)	0.8
Anal-fin height	15.0	14.2-17.3 (15.5)	0.7
Pectoral-fin length	17.1	16.7-19.2 (17.9)	0.8
Pelvic-fin length	15.2	14.2-16.3 (15.3)	0.5
Length of upper caudal-fin lobe	21.5	20.6-23.7 (22.1)	0.9
Length of middle caudal-fin rays	13.7	12.3-14.1 (13.3)	0.5
Length of caudal peduncle	20.1	18.3-22.2 (20.4)	1.0
Depth of caudal peduncle	11.4	10.4-12.7 (11.5)	0.6
In % HL			
Snout length	29.0	29-32 (30.4)	0.9
Eye diameter	16.6	17-20 (18.3)	0.9
Interorbital width	39.3	36-41 (38.2)	1.2
Head width ₁ at anterior margin of eyes	42.6	40-45 (42.6)	1.2
Head width ₂ at posterior margin of eyes	50.6	50-55 (51.6)	1.5
Head width ₃ at middle of opercle	60.8	57-65 (60.4)	2.1
Head depth ₁ at through eye	45.9	45-51 (47.1)	1.5
Head depth ₂ at nape	62.9	62-68 (64.8)	1.7
Snout width at nostrils	38.1	36-40 (38.0)	1.1
Snout depth at nostrils	34.3	32-38 (34.0)	1.8
Width of mouth gape	31.8	27-38 (29.6)	1.3
Length of mouth gape	28.9	27-30 (28.1)	0.9

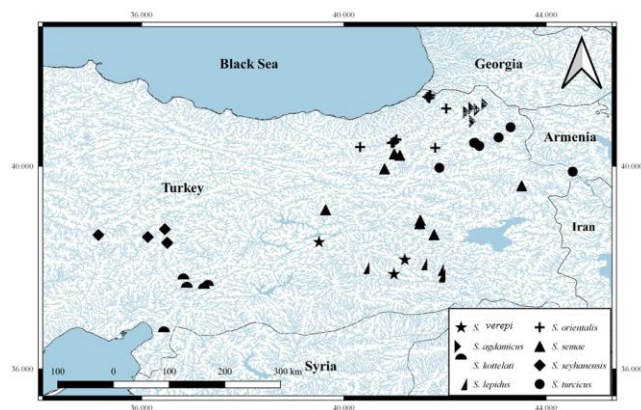


Figure 6. Distribution of *Squalius* species in eastern Turkey.

Sexual dimorphism: There are small tubercles on head in males.

Coloration: In life, general body color silvery, pelvic, anal and pectoral and anal fins yellowish, dorsal and caudal fins light greyish. There are a few orange pigments on anal fin rays. Dorsal fin with numerous black pigments on rays and membranes. A black bar behind the opercle. Formalin-fixed adults and juveniles grey on the back and upper part of flank, yellowish on the belly. Dorsal and caudal fins dark grey; pectoral, pelvic and anal fins yellowish. Scale pockets with dark grey or blackish spots, and not covered by the posterior margin of preceding scales (Fig. 7). There are a few dark grey or blackish pigments along the posterior margin of each flank scale. Anal, pelvic and pectoral fins hyaline. Dorsal fin with a few black pigments on rays and membrane (Fig. 3-5).

Etymology: This species is named in honor of Prof. Dr. Bülent Verep, who has always supported me throughout my research.

Distribution: *Squalius verepi* is presently known from Lake Hazar basin and Batman and Akçayır streams (Tigris River drainages) in southeast Turkey (Fig. 6). See Figure 7 for habitat of *S. verepi*. Its maximum known size is 181 mm SL. Larger individuals probably can be found in nature but most likely there is a propensity for smaller fish.



Figure 7. Turkey: Stream Behremas, type locality of *Squalius verepi*. Photo by BY.

DISCUSSION

In this study, species belonging to the genus *Squalius*, which are distributed in the Lake Hazar, and Kueik, Tigris and Euphrates rivers, were examined. As a result of this study, one species (*Squalius berak*) from the Kueik River, three species (*S. semae*, *S. seyhanensis*, *S. lepidus*) from the Euphrates River, two species (*S. verepi* and *S. lepidus*) from Tigris River and one species (*S. verepi*) from Lake Hazar were determined. In addition, in the distribution area of *S. berak* is restricted to the Queik River. The differences of *Squalus verepi* between the above species are given in the diagnosis section. *Squalius verepi* also differs from the species (*S. agdamicus* [Kura River], *S. turcicus* [Aras River] and *S. orientalis* [Coruh River]) found in adjacent waters. *Squalius verepi* is distinguished from *S. turcicus* and *S. agdamicus* by the presence orange pigments on anal-fin rays in live

individuals (vs. absent) and fewer dark grey or blackish pigments along posterior edge of each flank scale (a few, vs. numerous). *Squalius verepi* is further distinguished from *S. agdamicus* by having a smaller mouth gape (length of mouth gape 27–30% HL, vs. 28–36). *Squalius verepi* is further distinguished from *S. turcicus* by having a deeper body (depth at dorsal-fin origin 22–26% SL mean 24.4, vs. 20–23 mean 21.4) and a smaller mouth gape (length of mouth gape 27–30% HL, vs. 31–36). *Squalius verepi* is distinguished from *S. orientalis* by having a fewer dark grey or blackish pigments on the posterior edge of each flank scale (a few, vs. numerous), fewer branched anal-fin rays (7½-8½, mode 8, vs. 8½-9½, mode 9) and a smaller mouth gape (length of mouth gape 27-30% HL, vs. 31-36).

Comparative material: Materials of *Squalius* species examined other than those below are listed by Turan et al. (2009; 2013, 2017), Bayçelebi (2019).

Squalius agdamicus: FFR00595, 12, 100-186 mm SL; Turkey: Ardahan prov.: Kura River, 41.116N 42.701E. -FFR00637, 5, 107-137 mm SL; Turkey: Ardahan prov.: stream Ölçeksuyu at Ölçek village, 39.349N 30.038E. -FFR00638, 5, 95-115 mm SL; Turkey: Ardahan prov.: stream Açıkyazı at Açıkyazı village, 41.144N 42.591E. -FFR00639, 4, 166-222 mm SL; Turkey: Ardahan prov.: stream Hanak at Hanak, 41.225N 42.847E. -FFR00684, 9, 100–150 mm SL; Turkey: Ardahan prov.: stream Şimşilik at Göle, 40.885N 42.606E. -FFR00687, 12, 110–152 mm SL; Turkey: Ardahan prov.: Kura River, at Yalnızçam, 41.071N 42.485E. -FFR00754, 8, 46-158 mm SL; Turkey: Ardahan prov.: Kura River, 41.117N 42.701E.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are pleased to thank for helping to prepare the manuscript, and Esra Bayçelebi, Fadıl Kaya (Bitlis) and Baran Yoğurtçoğlu (Ankara) for help during fieldwork. We thank Munevver Oral for reading the manuscript and improving the language. Many thanks, Baran Yoğurtçoğlu (BY) for allowing us to use type locality photos.

This work was supported by the Scientific Research Project Coordination Unit of Recep Tayyip Erdogan University (Project No: 2015.53002.103.01.05).

REFERENCES

- Battalgil, F. (1942).** Contribution à la connaissance des poissons des eaux douces de la Turquie. *Istanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B, Tabii İlimler*, 7, 287-306.
- Bayçelebi, E. (2019).** Taxonomic Revision of Genus *Squalius* Distributing in Turkey. PhD Thesis. Recep Tayyip Erdogan University, Institute of Science and Technology, Rize, Turkey pp: 135.
- Berg, L.S. (1948-1849).** [Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries]. Izdatelstvo Akademii Nauk USSR, Moskva & Leningrad, vol. 1 (1948), vols. 2-3 (1949) [in Russian; translation: Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1965].
- Bogutskaya, N. G. (1994).** A description of *Leuciscus lepidus* (Heckel, 1843) with comments on *Leuciscus* and leuciscine-aspinine relationships. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 96, 599–620.
- Filippi, F de. (1865).** Note d'un voyage in Persia nel 1862. Milano, viii + 396 pp.
- Hanko, B. (1924).** Fische aus Klein-Asien. *Annales Historica-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, 21, 137-158.
- Heckel, J.J. (1843).** Ichthyologie. In: J. von Russeger. Reisen in Europa, Asien und Africa, mit besonderer Rücksicht auf die naturwissenschaftlichen Verhältnisse der betreffenden Länder unternommen in den Jahren 1835 bis 1841. Erster Band. Reise in Griechenland, Unteregyp ten, im nördlichen Syrien und südöstlichen Kleinasien. Schweizerbart, Stuttgart, pp 225-1079.
- Karaman, M.S. (1972).** Süswasserfische der Türkei. 9. Revision einiger kleinwüchsiger Cyprinidengattungen Phoxinellus, Leucaspius, Acanthobrama usw. aus Südeuropa, Kleinasien, Vorder Asien und Nordafrika. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 69, 115-155.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007).** *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol & Freyhof, Berlin, xii+660 pp.
- Nordmann, A de. (1840).** Prodrome de l'ichthyologie pontique. Pp. 353–549, 32 pls. in: A. de Sainson, F. Le Play, A. Huot, J. H. Lèveillé, D. A. M. Raffet, L. Rousseau, A. de Nordmann & A. du Ponceau, Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée, par la Hongrie, la Vallachie et la Moldavie, exécuté en 1837, sous la direction de M. Anatole de Démidoff. Tome troisième. Observations sur la faune pontique. Bourdin, Paris, 756 pp
- Özuluğ, M. & Freyhof, J. (2011).** Revision of the genus *Squalius* in Western and Central Anatolia, with description of four new species (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 22, 107-148.
- Turan, D., Yilmaz, B. & Kaya, C. (2009).** *Squalius kottelati*, a new cyprinid species (Teleostei: Cyprinidae) from Orontes River, Turkey. *Zootaxa*, 2270, 53-62.
- Turan, D., Kottelat, M. & Bayçelebi, E. (2013).** Two new species of *Squalius*, *S. adanaensis* and *S. seyhanensis* (Teleostei: Cyprinidae), from the Seyhan River in Turkey. *Zootaxa*, 3637, 308-324.
- Turan, D., Kottelat, M. & Bayçelebi, E. (2017).** *Squalius semae*, a new species of chub from the Euphrates River, Eastern Anatolia (Teleostei: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, 63, 33-42.



Klasik Zaman Serisi Yöntemleri İle Konteyner Elleçleme Tahmini ^[*]

Banu AKKAN^{1*} Vahit ÇALIŞIR²

^{1*}İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Deniz Ulaştırma Mühendisliği ABD, İskenderun, Hatay, Türkiye

²İskenderun Teknik Üniversitesi, Barbaros Hayrettin Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü, İskenderun, Hatay, Türkiye

Geliş Tarihi: 20.06.2022

Kabul Tarihi: 04.07.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atıf yapmak için: Akkan, B. & Çalışır, V. (2022). Klasik Zaman Serisi Yöntemleri İle Konteyner Elleçleme Tahmini. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 341-349.

How to cite: Akkan, B. & Çalışır, V. (2022). Container Handling Forecasting With Classical Time Series Analysis. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 341-349.

*ID: <https://orcid.org/0000-0003-1654-4726>
ID: <https://orcid.org/0000-0001-6575-8988>

***Sorumlu yazarın:**

Banu AKKAN
İskenderun Teknik Üniversitesi, Lisansüstü
Eğitim Enstitüsü, Deniz Ulaştırma Mühendisliği
ABD, İskenderun, Hatay, Türkiye
✉: akkanbanu@yahoo.com

Öz: Küresel rekabet ortamında ticaret hacmindeki artış ülkelerin ekonomik girdilerinin en önemli unsurlarını oluşturmaktadır. Ulusal ya da uluslararası ticarete rakiplerden öne çıkmanın farklı birçok yolu olsa bile asıl avantajı, sunulan lojistik hizmet ve kalitesi sağlamaktadır. Özellikle son yıllarda hızlı bir şekilde büyüyen denizyolu taşımacılığı ile yük taşıma türleri arasında, en etkin bir şekilde gelişim sağlayan tür konteyner taşımacılığıdır. Bu çalışmada Türkiye'deki bütün limanlarda gerçekleşen ortalama konteyner elleçleme miktarının öngörüsü amaçlanmıştır. Konteyner elleçleme hacimlerinin öngörüsü, konteyner akışındaki planlamanın yapılmasını sağlayacak ve böylece hem liman işletmelerinin hizmet kalitesinin iyileştirilmesine katkı hem de ülkemizin küresel rekabette avantajlı duruma geçmesine fikir oluşturacaktır. Bu amaç için, ilgili Bakanlığa ait internet sitesinden Türkiye'deki limanlarda Ocak 2004-Aralık 2021 döneminde aylık gerçekleşen toplam konteyner elleçleme miktarına ait verilerden faydalanılmıştır. Öncelikle elimizdeki zaman serisi incelenmiş olup zaman serisinin yapısına uygun olarak Mevsimsel Naive, Holt-Winters Toplamsal, Holt-Winters Çarpımsal, Otomatik Üstel Düzleştirme (ETS) ve mevsimsel otoresresif entegre hareketli ortalama (SARIMA) yöntemleri ile ilgili zaman serisinin analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, ilgili zaman serisinin analizinde en iyi test kümesi sonucuna sahip olan model hata kareler ortalaması ve ortalama mutlak yüzdelik hata kriterleri ile tespit edilmiştir. Sonuç olarak, analiz aşamasında kullanılan yöntemler arasında en uygun yöntemin SARIMA yöntemi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Türkiye'deki tüm limanlara ait 2022 yılına ait ortalama konteyner elleçleme öngörü değerleri %95 alt ve üst güven sınırı ile tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Elleçleme, konteyner, Türkiye, zaman serisi analizi.

Container Handling Forecasting With Classical Time Series Analysis

Abstract: The increase in the trade volume in the global competitive environment constitutes the essential element of the economic inputs of the countries. Even though there are many ways to stand out from competitors in national or international trade; the main advantage is to discover the logistics service and the quality provided. Container transport is the most effective type of maritime transport, especially between the fast-growing and the load-carrying species in recent years. This study is intended to forecast the average amount of container handling in all ports in Turkey. The foresight of container handling volumes will ensure that the planning of container flow is carried out, helping to improve the quality of service of port businesses and helping our country gain an advantage over global competition. In this study, data on the monthly total container handling amount for the period of January 2004-December 2021 at Turkish ports were used from the relevant Ministry's website. First of all, the time series we have examined, and time series analysis was carried out with the Seasonal Naive, Holt-Winters Additive, Holt-Winters Multiplicative, Automatic Exponential Smoothing (ETS) and Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) methods in accordance with the structure of the time series. Moreover, in the analysis of this time series, the model with the best test set result was determined according to the root mean squared error and mean absolute percent error criteria. Conclusion, the most suitable method is SARIMA, among the methods tested in this study. In addition, the average container handling prediction values of all ports in Turkey for the year 2022 were determined with 95% lower and upper confidence limits.

Keywords: Container, handling, time series analysis, Türkiye.

[*] Bu makale, Banu AKKAN'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This manuscript was produced from Banu AKKAN's master thesis.

GİRİŞ

Dünya ticaret hacminde yaşanan dönemsel dalgalanmalar ülkelerin ekonomik dayanıklılığının ve istikrarının önemini ortaya çıkarmaktadır. Son yıllarda küresel ticaret hacmindeki dalgalanma ve sonrasında yaşanan artış eğilimi, ülkelerin bu pazardan pay alma zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Ticari yarışta rakiplerden öne çıkmanın birden fazla seçeneği mevcut olmakla birlikte, avantajı sağlama noktasında lojistik hizmet kalitesi belirgin şekilde öne çıkmaktadır. Lojistik, ülkelerdeki hammaddenin ürün haline dönüştürülerek üretici ve tüketici arasındaki tüm sürecidir. Dünyada en çok tercih edilen taşıma yöntemi, güvenli ve düşük maliyetli olması nedeniyle deniz yolu taşımacılığıdır. Özellikle son yıllarda hızlı bir şekilde büyüyen denizyolu taşımacılığı ile yük taşıma türleri arasında, en etkin bir şekilde gelişim sağlayan tür konteyner taşımacılığıdır. ISO öncülüğünde ölçüleri bir standarda bağlanan ve taşımacılıkta yaygınlaşarak kullanılan konteyner; mevcut durum ve yakın gelecekte lojistik seçenekleri arasında en çok tercih edilen tür olmakla birlikte ülkeler arasındaki deniz yolu taşımacılığının da belkemiği olan limanlar arasında rekabet ortamının kızışmasına neden olmaktadır. Normal şartlarda küresel büyümenin 2010-2030 arasında iki katına denizyolu ile taşınan konteyner miktarının ise yıllık ortalama %6'nın üzerinde büyüyeceğini ve limanlarda işlem gören konteyner miktarının da 2030'da dört katına kadar artış gösterebileceği OECD tarafından öngörülmektedir (OECD, 2011). Bu nedenle küresel ekonomik pazardan büyük oranda pay alma büyük önem arz etmektedir. Konteyner taşımacılığındaki tahmin edilen bu ani ve hızlı gelişime ayak uydurmak için liman işletmelerinin kapasitelerini artırma yoluna gitmeleri gerektiği, aksi takdirde talebe karşılık veremeyen limanların, gemilerin bekleme süreleri arttırarak liman kapılarında tıkanıklıkların yaşanmasına neden olacağı ve sonuç olarak müşterilerinin bir kısmının bölgede hizmet koşulları daha iyi olan limanları tercih etmesi kaçınılmazdır (Saka & Çetin, 2017).

Öngörü bir diğer ifadeyle tahminleme, alt-üst yapı planlaması, bağlantı elemanları planlaması, deniz yolu taşımacılığının planlanması, işçi planlaması gibi birçok tereddütte mahal konularda nicel çıktılar eşliğinde çözüm önerisi sunmakta ve yatırımların geri dönüş sürelerinin gerçeğe en yakın tahminlenmesiyle sürdürülebilir ilave yatırımların da önüne açabilecek potansiyeli barındırmaktadır. Dolayısıyla, oldukça yüksek bütçeli yatırım maliyetlerine sahip olan liman yapım ve işletim sektöründeki önemi göz ardı edilememektedir. Denizcilik sektöründe teknik olarak birbirinden farklılık arz eden kısa ve uzun vadede öngörüler stratejik olarak büyük avantaj sağlamakla birlikte, özellikle kısa vadede gerçekleştirilen çalışmaların, operasyonlarda meydana gelebilecek ani

değişikliklerle mücadelede sağlayacağı olumlu katkılar; rakip limanlara kıyasla tercih nedeni olarak görülebilmektedir. Değişen ve gelişen sermaye oranı düşünüldüğünde ekonomik ve stratejik açıdan ciddi öneme sahip bu süreç diğer açıdan; limanların kısa vadeli eylem planlarının oluşturulmasında ve stratejik hedeflerini gerçekleştirilmesine de katkı sağlayabilecek potansiyeli taşımaktadır.

Dünya genelinde denizyolu taşımacılığında gerçekleştirilen öngörü çalışmalarında; Markov zinciri yıllık büyüme oranı modeli, eğilim bileşeniyle zaman serisi modeli, gri sistem modeli (Twrdy & Batista, 2016), mevsimsel oto-regresif entegre hareketli ortalama (SARIMA), Holt-Winters'in mevsimsel yöntemi ve Facebook's Prophet yöntemi (Ubaide vd., 2021), SARIMAX, MLP, LSTM ve NARX ve SARIMAX-ANN hibrit modelleri (Fiskin vd., 2022) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ (NARX) Modeli (Kılınç vd., 2022) gibi bir çok yöntem kullanılarak geleceğe yönelik planlamada fikir sahibi olunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada ülkemiz limanlarında 2004-2021 yıllarına ait toplam elleçlenen konteyner veri setinden faydalanılarak; 2022 yılındaki aylık toplam konteyner elleçleme öngörüsü oluşturmada en uygun yöntemi tespit etme amaçlanmıştır.

Literatür Analizi: Peng ve Chu (2009), Tayvan'daki üç büyük liman için klasik ayrışma modeli, trigonometrik regresyon modeli, mevsimsel kukla değişkenler ile regresyon modeli, gri model, hibrit gri model ve MOHOM (Mevsimsel Otoregresif Hareketli Ortalamalar Modeli) modelini kullanarak konteyner hacmini tahmin etmiştir. Schulze ve Prinz (2009) Alman limanlarındaki konteyner aktarmalarını Mevsimsel SARIMA modeli ve Holt-Winters üstel yumuşatma yaklaşımıyla irdelemiştir. Kara (2011) Çandarlı Limanı hakkında üç adet fizibilite raporunu özetleyerek; İzmir (Alsancak) Limanında konteyner ve karışık yük trafik verileri kullanılmış ve zaman serisi yöntemiyle İzmir (Alsancak) Limanının 2016 yılına kadar gelecek yük trafiği tahmin edilmiştir. Farhan ve Ong (2018), mevsimsel SARIMA yöntemini kullanarak uluslararası limanlardaki konteyner çıkışlarını tahmin etmiştir. İncaz ve Karaköprü (2019) konteyner elleçlemede COVID-19 pandemisinin Ambarlı Limanına etkisi ve geleceğe yönelik tahmin analizini Tek Üstel Düzleştirme Yöntemiyle gerçekleştirmiştir. Shankar vd. (2020) Singapur Limanlarındaki konteyner çıktı verilerini kullanarak ARIMA, basit üstel yumuşatma, Holt-Winter's, hata-eğilim-mevsimsellik, trigonometrik regresyonlar (TBATS), sinir ağı (NN) ve ARIMA + sinir ağı ile öngörü gerçekleştirmişlerdir. Şen vd. (2021) Türkiye'de Limanlarda Yük Taşımacılığı Veri Analizi için T.C Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'ndan alınan Türk limanlarındaki yük istatistik verileri kullanılmış ve bu veriler üzerinde Lineer Regresyon

Yöntemi ve Yapay Sinir Ağları Yöntemini kullanılarak zaman serisi analizini gerçekleştirmişlerdir. Kılınç vd. (2022) Türkiye'deki limanlarda gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme miktarının Yapay Sinir Ağları (YSA) Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ (NARX) Modeli ile öngörüsünü tespit etmişlerdir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamı ve Veri Seti Eldesi: Bu çalışmada T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı Denizcilik İstatistikleri Bilgi Sisteminde yer alan verilerden faydalanılmıştır. Birimin resmi internet sayfasında yer alan "Konteyner" başlığı altındaki "Konteyner İstatistikleri" sekmesi kullanılarak 2004-2021 yıllarına ait hazırlanan aylar bazında elleçlenen toplam konteyner miktarları (TEU) kullanılmıştır. Kullanılan verilerin aylık değişimlerine ait grafikler aşağıdaki gibidir. COVID-19 pandemisinin yaşandığı koşullar ve diğer zaman aralıkları normal seyirde kabul edilip veriler normalize edilmemiştir. Çalışmanın amacı Türkiye'nin 2022 yılındaki aylık toplam konteyner elleçleme öngörüsü oluşturmak olduğundan öncelikle elimizdeki zaman serisinin yapısı incelenmiş olup seri hem trend hem de mevsimsellik içerdiğinden analiz edilen zaman serisine uygun olan yöntemler olarak Mevsimsel Naive, Holt-Winters Toplamsal, Holt-Winters Çarpımsal, ETS ve SARIMA kullanılmıştır.

Çalışmada öncelikle 2004'ün ilk ayından 2020 yılının son ayına kadar olan veri seti eğitim verisi olarak kullanılmış son yıl olan 2021 yılına ait veri seti ise test kümesi olarak belirlenmiştir. Tüm yöntemlerden elde edilen test kümesine ait hata kareler ortalaması (HKOK) ve ortalama mutlak yüzdellik hata (OMYH) kriterlerine göre en iyi yöntem SARIMA yöntemi olarak seçilmiş ve seçilen bu yöntem üzerinden 2022 yılının tüm ayları için aylık öngörü yapılmıştır.

Kullanılan Yöntemler

Mevsimsel Naive Yöntemi: Mevsimsel bir bileşene sahip bir zaman serisini analiz etmede kullanılan bu yöntemin her tahmini aynı mevsimdeki son gözlemlenen değere eşit olacak şekilde ayarlanma prensibine dayanır.

$$\hat{x}_{t+h} = x_{t+h-s(k+1)} \quad (1)$$

Eşitlik (1)'de s : mevsimsel periyodu, k : $(h - 1)/s$ sayısının tam kısmı ve h : da öngörü adım sayısını ifade etmektedir.

Holt Winters Üstel Düzleştirme Yöntemi: Holt Winters üstel düzleştirme yöntemi bir zaman serisinin hem

trend hem de mevsimsellik içerdiği durumda kullanılabilen bir zaman serisi tahmin yöntemidir. Holt Winters üstel düzleştirme yöntemi serideki mevsimsel bileşenin yapısına göre iki farklı şekilde kullanılabilir. Eğer mevsimsel değişimler seri boyunca kabaca sabit kalıyor ise Holt Winters Toplamsal üstel düzleştirme, mevsimsel değişimler seri düzeyiyle orantılı olarak değişiyor ise Holt Winters Çarpımsal üstel düzleştirme yöntemi tercih edilebilir.

Holt Winters toplamsal üstel düzleştirme yöntemine ait tahmin denklemleri Eşitlik (2) - Eşitlik (5) ile verilmiştir.

$$\hat{x}_{t+h} = \hat{L}_t + h\hat{b}_t + s_{t+h-m(k+1)} \quad (2)$$

$$\hat{L}_t = \lambda_1(x_t - s_{t-m}) + (1 - \lambda_1)(\hat{L}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) \quad (3)$$

$$\hat{b}_t = \lambda_2(\hat{L}_t - \hat{L}_{t-1}) + (1 - \lambda_2)\hat{b}_{t-1} \quad (4)$$

$$s_t = \lambda_3(x_t - \hat{L}_{t-1} - \hat{b}_{t-1}) + (1 - \lambda_3)s_{t-m} \quad (5)$$

Holt Winters çarpımsal üstel düzleştirme yöntemine ait tahmin denklemleri Eşitlik (6) - Eşitlik (9) ile verilmiştir.

$$\hat{x}_{t+h} = (\hat{L}_t + h\hat{b}_t)s_{t+h-m(k+1)} \quad (6)$$

$$\hat{L}_t = \lambda_1(x_t/s_{t-m}) + (1 - \lambda_1)(\hat{L}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) \quad (7)$$

$$\hat{b}_t = \lambda_2(\hat{L}_t - \hat{L}_{t-1}) + (1 - \lambda_2)\hat{b}_{t-1} \quad (8)$$

$$s_t = \lambda_3(x_t/(\hat{L}_{t-1} - \hat{b}_{t-1})) + (1 - \lambda_3)s_{t-m} \quad (9)$$

ETS Modelleri: ETS yöntemleri hata, trend ve mevsimsel bileşenleri bir arada modelleyen en genel ve esnek modellerdir. Hata terimi çarpımsal (M) veya toplamsal (A) olduğunda hata terimi (E: A; M), seride trend bileşeni yok ise (N), var ise toplamsal (A) veya damped (Ad) olduğunda trend terimi (T: N;A;Ad), seride mevsimsel bileşen yok ise (N), var ise toplamsal (A) veya çarpımsal olduğunda mevsimsellik (S: N;A;M) ile gösterilir.

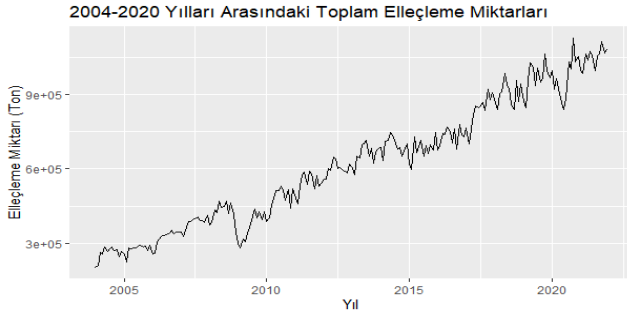
Otomatik SARIMA Yöntemi: Otomatik SARIMA yöntemi, bir SARIMA modeli için otomatik olarak model seçimi yapan Hyndman ve Khandakar (2008) tarafından önerilen bir yöntemdir.

Eğer, zaman serisinde mevsimsel dalgalanmalar söz konusu ise, o zaman seri Mevsimsel Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama Modelleri (SARIMA) yöntemiyle modellenir. Bu yöntem, dizideki bir sonraki adımı, önceki zaman adımlarındaki farklılaştırılmış gözlemlerin, hataların, farklılaştırılmış mevsimsel gözlemlerin ve mevsimsel hataların doğrusal bir fonksiyonu olarak modeller. ARIMA modelini, mevsimsel düzeyde aynı otoregresyon, fark alma ve hareketli ortalama modellemesini gerçekleştirme yeteneği ile birleştirir.

R programında "Otomatik SARIMA" için gerekli işlemler "forecast" paketindeki "auto.arima" fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır.

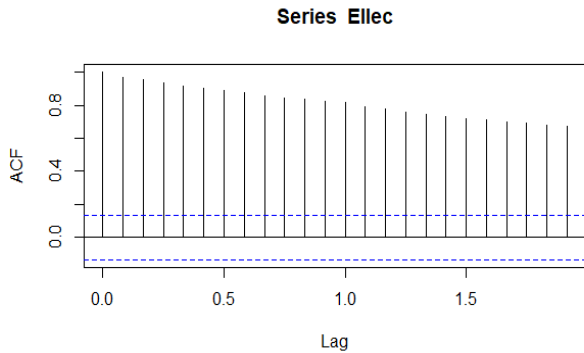
UYGULAMA VE BULGULAR

2004-2020 yılları arasındaki aylar bazında ülkemiz limanlarında gerçekleştirilen toplam elleçleme miktarlarına (Ellec) ait zaman serisinin analizi Şekil 1'deki gibidir.

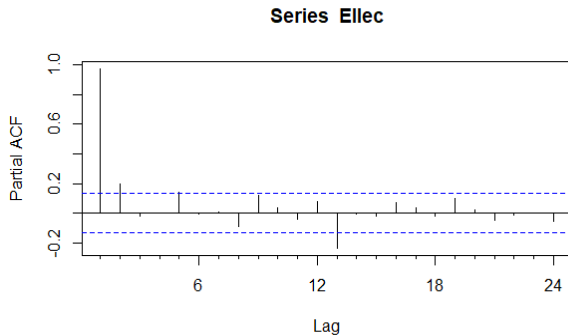


Şekil 1. 2004-2020 yılları arasındaki aylar bazında limanlarımızda gerçekleştirilen toplam elleçleme miktarlarına ait zaman serisi grafiği.
Figure 1. Time series graph of total container handling quantities at our ports on a monthly basis between 2004-2020.

Toplam elleçleme miktarlarına ait zaman serisine ait otokorelasyon ve kısmi otokorelasyonlar grafikleri Şekil 2 ve Şekil 3'deki gibidir. “Ellec” zaman serisinin otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafikleri incelendiğinde serinin trende sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. 2004-2020 yılları arasında aylar bazında elde edilen “Ellec” zaman serisi için otokorelasyon grafiği.
Figure 2. Autocorrelation graph for “Ellec” time series obtained on monthly basis between 2004-2020.

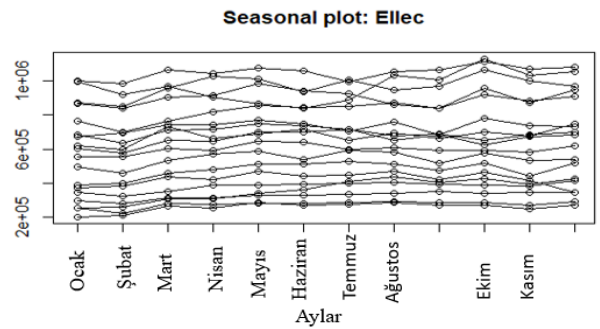


Şekil 3. 2004-2020 yılları arasında aylar bazında elde edilen “Ellec” zaman serisi için kısmi otokorelasyon grafiği.
Figure 3. Partial autocorrelation graph for “Ellec” time series obtained on monthly basis between 2004-2020.

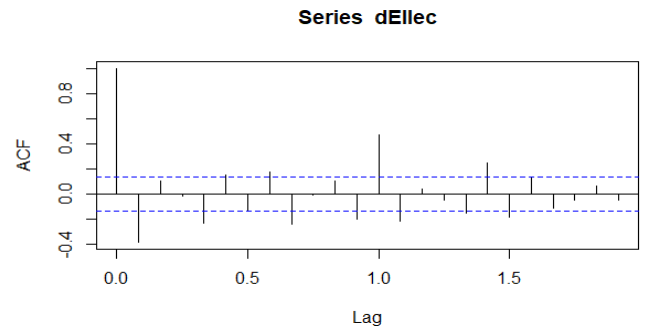
“Ellec” serinin mevsimselliğinin test edildiği ve ilgili serinin mevsimsellik de içerdiği bulguları içeren grafik

Şekil 4.'deki gibi kayıt edilmiştir. Bu durum, “Ellec” zaman serisi hem trende hem de mevsimselliğe sahip bir zaman serisi olmakla birlikte seride baskın trend olduğu sonucunu da ortaya çıkarmıştır.

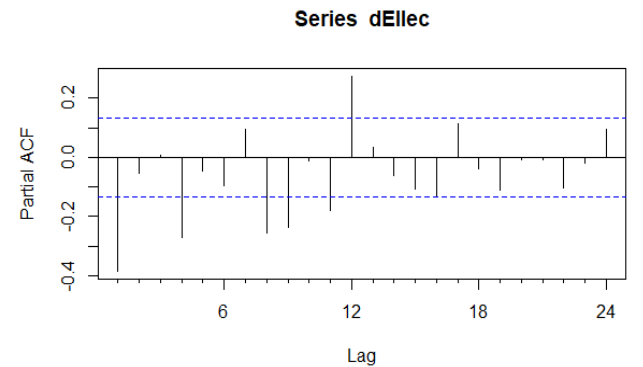
İlgili zaman serisinin hem trende hem de mevsimselliğe sahip olduğunun tespit edilmesiyle; “Ellec” zaman serisinin analizi Mevsimsel Naive, Holt-Winters Toplamsal, Holt-Winters Çarpımsal, ETS ve SARIMA yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. SARIMA yöntemine ait parametrelerin belirlenebilmesi için ilgili serinin birinci farklarına ait korelasyon ve kısmi otokorelasyon grafiği Şekil 5 ve 6 ile görselleştirilmiştir.



Şekil 4. 2004-2020 yılları arasında aylar bazında elde edilen “Ellec” zaman serisi için mevsimsellik grafiği.
Figure 4. Seasonality graph for “Ellec” time series obtained on monthly basis between 2004-2020.



Şekil 5. 2004-2020 yılları arasında aylar bazında elde edilen “Ellec” zaman serisine ait birinci fark için otokorelasyon grafiği.
Figure 5. Autocorrelation graph for the first difference of the “Ellec” time series obtained on a monthly basis between the years 2004-2020.



Şekil 6. 2004-2020 yılları arasında aylar bazında elde edilen “Ellec” zaman serisine ait birinci fark için kısmi otokorelasyon grafiği.
Figure 6. Partial autocorrelation graph for the first difference of the “Ellec” time series obtained on a monthly basis between 2004-2020.

Analiz sonuçlarında elde edilen grafikler irdelendiğinde; uygun SARIMA modeli SARIMA (0,1,1) (1,0,1)₁₂ olarak tespit edilmiştir.

İlk aşamada “Ellec” zaman serisi “Mevsimsel Naive, Holt-Winters Toplamsal, Holt-Winters Çarpımsal, ETS ve SARIMA” yöntemleri ile analiz edilmiştir. Analiz aşamasında “Ellec” zaman serisinin son 12 gözlemi (son bir yılı) test kümesi olarak alınmıştır. Tüm yöntemlerden elde edilen test kümesine ait HKOK ve OMYH hata kriteri değerlerine sonuçlar Tablo 1’de verilmiştir. HKOK ve OMYH hata kriterlerine ait değerler Eşitlik (10) ve Eşitlik (11) ile hesaplanmıştır.

$$HKOK = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2}{n}} \quad (10)$$

$$OMYH = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right| \quad (11)$$

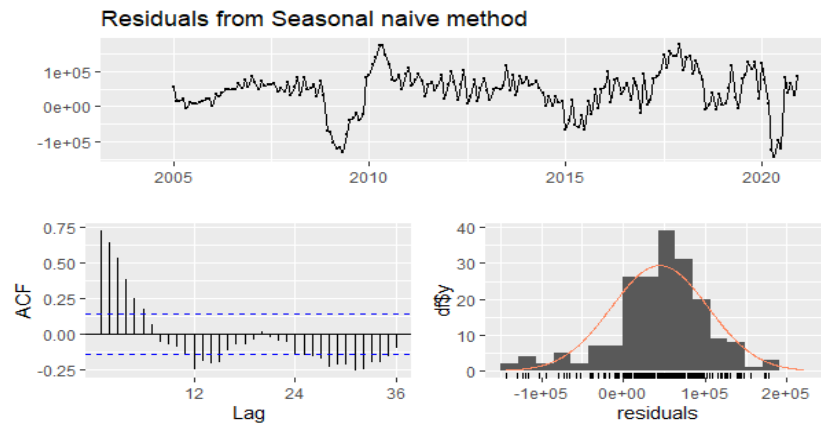
Eşitlik (10) ve Eşitlik (11) de, n , x_t ve \hat{x}_t sırasıyla; öğrenme örneği sayısı, gözlenen değer ve öngörü değerini göstermektedir.

Tablo 1. “Ellec” zaman serisi için tüm yöntemler ile elde edilen HKOK ve OMYH hata kriteri değerleri.

Table 1. HKOK and OMYH error criteria values obtained by all methods for the “Ellec” time series.

Yöntem	HKOK	OMYH
Mevsimsel Naive	73653,33	11,07
SARIMA	35038,36	4,36
Holt-Winters Çarpımsal	34929,87	4,47
ETS	33796,74	4,13
Holt-Winters Toplamsal	33209,24	4,20

Ayrıca, her bir yöntemden elde edilen artıkların ak gürültü olup olmadığını anlamak için artık analiz yapılmıştır. İlk olarak Mevsimsel Naive yöntem ile elde edilen artıkların ak gürültü olup olmadığı; Tablo 2’de verilen Ljung-Box test istatistiği sonuçlarına göre ve Şekil 7 ile verilen artıkların plot grafiği, otokorelasyon katsayıları ve histogram grafiği incelenmek suretiyle değerlendirilmiştir.



Şekil 7. “Ellec” zaman serisinin Mevsimsel Naive yöntem ile çözümlenmesinde artık analizi için grafikler.

Figure 7. Graphs for residual analysis in the analysis of the “Ellec” time series with the Seasonal Naive method.

Tablo 2. “Ellec” zaman serisinin Mevsimsel Naive yöntem ile tahmin edilmesiyle elde edilen artıkların Ljung-Box testi uygulaması.

Table 2. Ljung-Box test application of residuals obtained by estimating the “Ellec” time series with the Seasonal Naive method.

Ljung-Box test	Q* = 342,37, df = 24, p-value < 2.2e-16 Model df: 0. Total lags used: 24
----------------	---

Ljung-Box test sonucuna göre p değeri $2.2e-16$ olduğu için elde edilen artıkların ak gürültü sürecine uygun olmadığı ve yöntemin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Şekil 7 ile verilen grafikler incelendiğinde, artıkların otokorelasyonlarının genelde güven sınırları içinde kalmadığı kayıt edilmiştir.

Sonraki aşamada, SARIMA yöntemi ile elde edilen artıkların ak gürültü olup olmadığı; Tablo 3’de verilen Ljung-Box test istatistiği sonuçlarına göre ve Şekil 8 ile verilen artıkların plot grafiği, otokorelasyon katsayıları ve histogram grafiklerinin irdelenmesiyle değerlendirilmiştir.

Tablo 3. “Ellec” zaman serisinin SARIMA yöntemi ile tahmin edilmesiyle elde edilen artıkların Ljung-Box testi uygulaması.

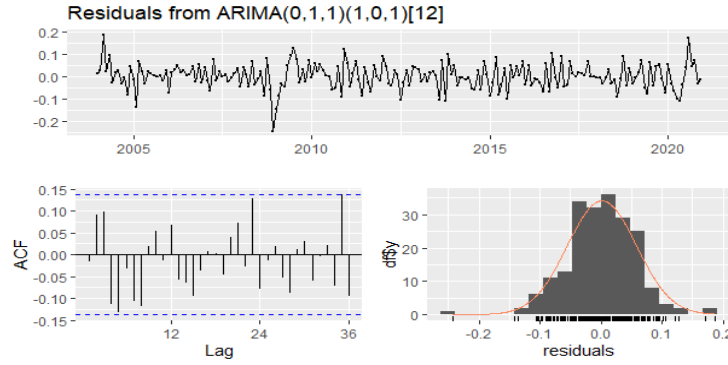
Table 3. Ljung-Box test application of residuals obtained by estimating “Ellec” time series by SARIMA method.

Ljung-Box test	Q* = 29,098, df = 21, p-value = 0,1117 Model df: 3. Total lags used: 24
----------------	--

Ljung-Box test sonucuna göre p değeri 0,1117 olduğu için elde edilen artıkların ak gürültü sürecine uygun olduğu ve yöntemin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Şekil 8 ile verilen grafik sonuçlarına göre, artıkların otokorelasyonlarının genelde güven sınırları içinde kaldığı tespit edilmiştir.

Holt Winters toplamsal üstel düzleştirme yöntemi ile elde edilen artıkların ak gürültü olup olmadığı; Tablo 4’de verilen Ljung-Box test istatistiği sonuçlarına göre ve Şekil 9 ile verilen artıkların plot grafiği, otokorelasyon katsayıları ve histogram grafiği incelenmek suretiyle değerlendirilmiştir.



Şekil 8. “Ellec” zaman serisinin SARIMA yöntemi ile çözümlenmesinde artık analizi için grafikler.
Figure 8. Graphs for residual analysis in the analysis of the “Ellec” time series with the SARIMA method.

Table 4. “Ellec” zaman serisinin Holt Winters Toplamsal üstel düzeltirme yöntemi ile tahmin edilmesiyle elde edilen artıklarının Ljung-Box testi uygulaması.

Table 4. Ljung-Box test application of residuals obtained by estimating “Ellec” time series with Holt Winters Additive exponential smoothing method.

Ljung-Box test	$Q^* = 44,796$, $df = 8$, $p\text{-value} = 4.023e-07$ Model df : 16. Total lags used: 24
----------------	--

Ljung-Box test sonucuna göre p değeri $4.023e-07$ olduğu için elde edilen artıkların ak gürültü sürecine uygun olmadığı ve yöntemin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Şekil 9’da verilen grafiklerin incelenmesiyle, artıkların otokorelasyonlarının genelde güven sınırları içinde kalmadığı anlaşılmaktadır.

Holt Winters çarpımsal üstel düzeltirme yöntemi ile elde edilen artıkların ak gürültü olup olmadığını; Tablo 5’de verilen Ljung-Box test istatistiği sonuçlarına göre ve Şekil 10 ile verilen artıkların plot grafiği, otokorelasyon katsayıları ve histogram grafiği ile sınanmıştır.

Ljung-Box test sonucuna göre p değeri $1.275e-05$ olduğu için elde edilen artıkların ak gürültü sürecine uygun olmadığı ve yöntemin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Table 5. “Ellec” zaman serisinin Holt Winters Çarpımsal üstel düzeltirme yöntemi ile tahmin edilmesiyle elde edilen artıklarının Ljung-Box testi uygulaması.

Table 5. Ljung-Box test application of residuals obtained by estimating “Ellec” time series with Holt Winters multiplicative exponential smoothing method.

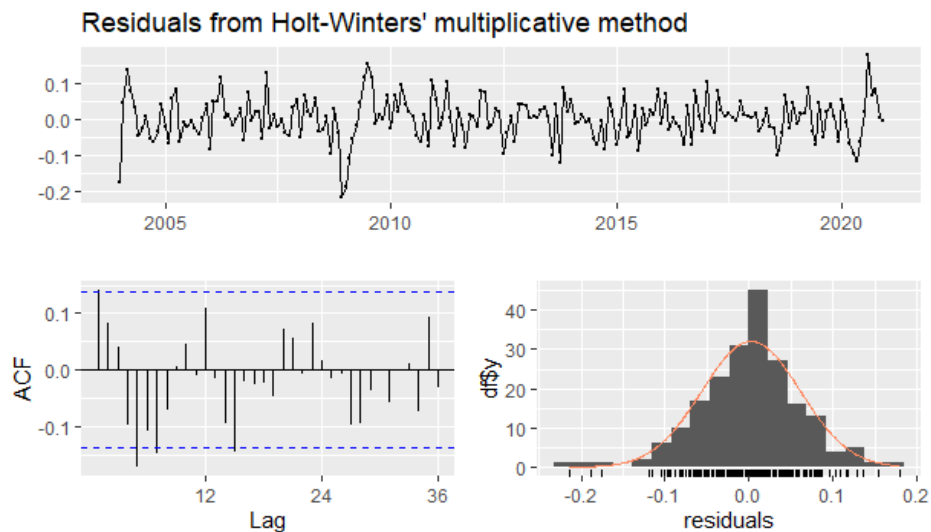
Ljung-Box test	$Q^* = 36,758$, $df = 8$, $p\text{-value} = 1.275e-05$ Model df : 16. Total lags used: 24
----------------	--

Şekil 10 ile verilen grafik sonuçlarına göre, artıkların otokorelasyonlarının genelde güven sınırları içinde kalmadığı ifade edilebilir.

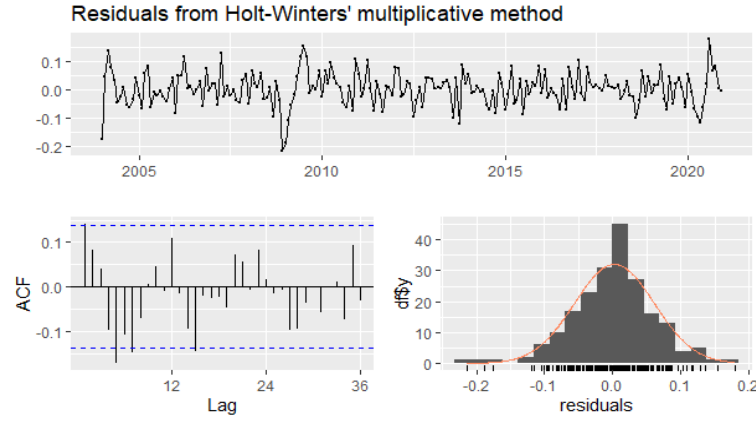
ETS yöntemi ile elde edilen artıkların ak gürültü olup olmadığı; Tablo 6’da verilen Ljung-Box test istatistiği sonuçlarına göre ve Şekil 11 ile verilen artıkların plot grafiği, otokorelasyon katsayıları ve histogram grafiği ile değerlendirilmiştir.

Ljung-Box test sonucuna göre p değeri $2.057e-06$ olduğu için elde edilen artıkların ak gürültü sürecine uygun olmadığı ve yöntemin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

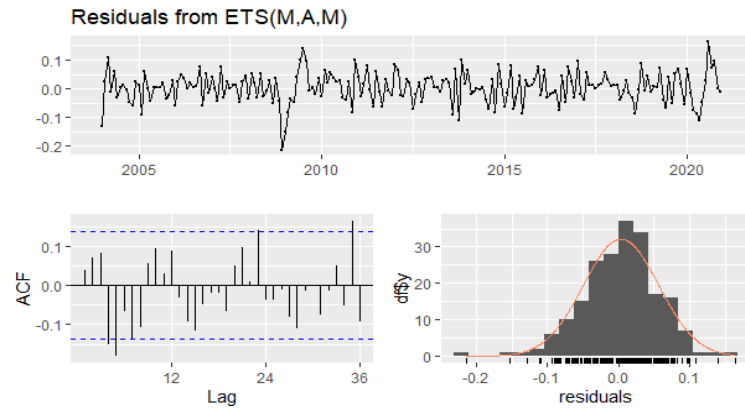
Şekil 11 ile verilen grafikler incelendiğinde; artıkların otokorelasyonlarının genelde güven sınırları içinde kalmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 9. “Ellec” zaman serisinin Holt Winters Çarpımsal üstel düzeltirme yöntemi ile çözümlenmesinde artık analizi için grafikler.
Figure 9. Graphs for residual analysis in solving “Ellec” time series with Holt Winters multiplicative exponential smoothing method.



Şekil 10. “Ellec” zaman serisinin Holt Winters Çarpımsal üstel düzeltme yöntemi ile çözülmesinde artık analizi için grafikler.
Figure 10. Graphs for residual analysis in solving “Ellec” time series with Holt Winters multiplicative exponential smoothing method.



Şekil 11. “Ellec” zaman serisinin ETS Yöntemi ile çözülmesinde artık analizi için grafikler
Figure 11. Graphs for residual analysis in the analysis of “Ellec” time series with ETS Method

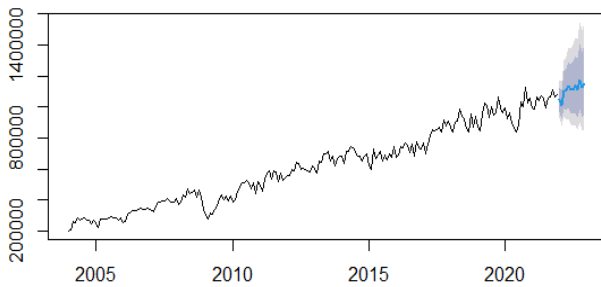
Tablo 6. “Ellec” zaman serisinin ETS yöntemi ile tahmin edilmesiyle elde edilen artıkların Ljung-Box testi uygulaması.

Table 6. Ljung-Box test application of residuals obtained by estimating “Ellec” time series by ETS method.

Ljung-Box test	Q* = 41,031, df = 8, p-value = 2.057e-06 Model df: 16. Total lags used: 24
----------------	---

Sonuç olarak tüm bulgular değerlendirildiğinde; “Ellec” zaman serisi için analiz aşamasında kullanılan yöntemler arasında en uygun yöntemin *SARIMA* yöntemi olduğu tespit edilmiştir. *SARIMA* yöntemini kullanarak “Ellec” zaman serisi için “2022 yılına” ait öngörülerin grafikleri ise Şekil 12’de gösterilmiştir.

Forecasts from ARIMA(0,1,1)(1,0,1)[12]



Şekil 12. “Ellec” zaman serisinin SARIMA yöntemi ile öngörüsü.
Figure 12. Prediction of “Ellec” time series with SARIMA method.

Son aşamada Tablo 7’de “Ellec” zaman serisi için 2022 yılına ait öngörü değerleri %95 alt ve üst güven sınırı ile özetlenmiştir.

Tablo 7. Güven sınırları dâhil öngörülen “Ellec” zaman serisi.

Table 7. Projected “Ellec” time series including confidence limits.

Dönem	Öngörü	%95	
		Alt Sınır	Üst Sınır
Ocak 2022	1045942	935134.6	1169880
Şubat 2022	1012601	881202.6	1163592
Mart 2022	1104294	939566.5	1297901
Nisan 2022	1104040	920963.1	1323511
Mayıs 2022	1133334	928705.2	1383051
Haziran 2022	1109249	894229.4	1375969
Temmuz 2022	1109465	880918.7	1397306
Ağustos 2022	1132242	886282.3	1446460
Eylül 2022	1108827	856343.5	1435752
Ekim 2022	1177283	897649	1544028
Kasım 2022	1124143	846719.3	1492462
Aralık 2022	1151551	857261	1546868

TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünya genelinde görülen salgın hastalıklar ve siyasi istikrarsızlıklar başta olmak üzere iklim krizi ve diğer sosyoekonomik etkiler, küresel ticari deniz taşımacılığını etkileyen en önemli unsurlar haline gelmiştir. Özellikle iklim değişikliğiyle birlikte deniz taşımacılığında alışılageldik rotaların değişme ihtimaline ilaveten Çin gibi sektörü regüle eden ülkelerin *Bir Kuşak, Bir Yol* Projesi gibi vizyonları bu değişkenliği daha da dikkate değer kılmaktadır. Bu durum, mevcut bölgelerin

taşımacılık alanında farklı açılardan incelenmesi ve çalışılması noktasında araştırmacıların dikkatini çekmiştir. Ayrıca, liman lojistik tesislerinin genişletilmesinin temeli olan konteyner hacminin tahmini, bir limanın gelişmesinde büyük etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Kim vd., 2011). Özellikle konteyner elleçlemede yakın ve uzun vadedeki değişimin öngörülmesi doğrudan ve dolaylı yoldan bu sektörle ilişkili tüm diğer paydaş sektörleri de etkileyeceğinden öngörü çalışmaları çok önem arz eder hale gelmiştir. Bu kapsamda literatürde; öngörü çalışması ile 2018'in son üç ayını ve 2019 yılını kapsayan zaman dilimi için Türkiye'deki ithalat ve ihracat konteynerlerin toplamına yönelik tahminleme işlemi gerçekleştirilmiş ve liman yöneticilerine liman operasyonlarında karar alma noktasında katkıda bulunulmuştur (Bal & Çalışır, 2018). Benzer doğrultuda, Kocaeli Limanları yük talep tahminleri üzerine gerçekleştirilen bir araştırmada 2009-2020 yılları arasında Türkiye'deki toplam yük (ton) ve toplam elleçlenen konteyner (adet) verilerinin bağımlı değişken, yine aynı yıllardaki Türkiye'ye ait GSYİH, ithalat, ihracat ve nüfus rakamlarına ait veriler bağımsız değişkenler olarak kullanılmıştır. Araştırmacı yapmış olduğu değerlendirme sonucunda, toplam yük bakımından Kocaeli limanlarının uzun vadede yeni bir kapasite arttırımına gereksinim duymadığını, konteyner açısından ise halihazırda 3,7 milyon TEU olan kapasitenin 2033 yılından itibaren gereksinimleri karşılayamayacağı ve Kocaeli'nde konteyner kapasitesinin arttırılmasına ihtiyaç olacağına dikkat çekmiştir (Doğusel, 2021). İstanbul, İzmir ve Mersin limanlarındaki konteyner trafiğini dört farklı yöntemle tahmin edildiğinin bir araştırma sonucunda, 2023 yılında bu limanlarda konteyner trafiğinin sırasıyla %60, %67 ve %95'e çıkacağı öngörülmüştür (Gökkuş vd., 2017). Türkiye'deki limanlarda gerçekleşen konteyner ve yük elleçleme miktarlarının Yapay Sinir Ağları (YSA) Doğrusal Olmayan Dışsal Girdili Otoregresif Ağ (NARX) Modeli ile öngörüsü sonucunda Temmuz 2020-Aralık 2021 dönemi için 18 aylık öngörü değerleri hesaplanarak öngörü değerlerinden açıklanan ilk 4 ay ile tahmin ve gerçek değerler mukayese edilmiştir. Konteyner elleçleme miktarı için OMYH %5,7 ve HKOK 750.153 olarak tespit edilmiştir (Kılınç, 2022). Ülkemizde Yurtiçi kargo hacimlerinin öngörüldüğü bir araştırmada; SARIMAX-ANN OMYH %4,81, Fourier ayrıştırması ile LSTM OMYH %6,52 düzeyinde tahminlenmiştir (Fiskin vd., 2022).

Literatür ile kıyaslandığında bizim çalışmamızda Mevsimsel Naive Yöntemi hariç, diğer tüm yöntemlerde OMYH değerinin %10'unun altında yer aldığı ve kullanmış olduğumuz zaman serisi için tüm analiz sonuçları incelendiğinde analiz aşamasında kullanılan yöntemler arasında en uygun yöntemin SARIMA yöntemi olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; Lewis'in (1982)

performans ölçütü değerlendirmesine göre, test ettiğimiz öngörü yöntemlerinin OMYH değerinin %10'un altında değerler olarak "çok iyi model" sınıfına girdiğini ifade edebilmekteyiz. Ayrıca, Tablo 8'deki veriler irdelendiğinde Resmi Açıklanan Değer ile Öngörü değerleri arasında doğruluk oranı oldukça yüksek tespit edildiği de görülmektedir.

Tablo 8. Güven sınırları dâhil öngörülen "Ellec" zaman serisi ve ilan edilen resmi değerler.

Table 8. Pojected "Ellec" time series including confidence limits and official declared values.

Dönem	Öngörü	%95		Resmi Açıklanan Değer (UAB, 2022)
		Alt Sınır	Üst Sınır	
Ocak 2022	1045942	935134.6	1169880	1111995
Şubat 2022	1012601	881202.6	1163592	1006456
Mart 2022	1104294	939566.5	1297901	1068757
Nisan 2022	1104040	920963.1	1323511	1067296
Mayıs 2022	1133334	928705.2	1383051	1071176

Dolayısıyla, mevcut öngörü ile Türkiye'nin jeopolitik konumunu daha etkili şekilde kullanabilmesi ve rakipleriyle rekabet hacmini artırabilmesi açısından limanlarda gerçekleşen konteyner elleçleme miktarlarının tahminlenmesi; hizmet düzenliliğini etkileyen belirsizlikleri ortadan kaldırmada olumlu katkı sunabilir. Bunun sağlayacağı avantaj ile devlet ve/veya özel işletmeler gerçekleştirecekleri faaliyetlerde planlamalarını daha gerçekçi ve düzenlenebilir stratejiler doğrultusunda yönlendirmesi, liman işletmelerinin rakiplerine göre avantajlı konuma gelmelerine ve rakiplerine göre pazar paylarını arttırmalarına katkı sunabilecektir.

KAYNAKLAR

- Bal, E.T. & Çalışır, V. (2018).** Konteyner Elleçleme İçin Ekonometrik Tahminleme: ARMA Modeli Uygulaması. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16), 2067-2096. DOI: [10.26466/opus.485722](https://doi.org/10.26466/opus.485722)
- Doğusel, V. (2021).** Kocaeli Limanları Yük Talep Tahmini. *Deniz Taşımacılığı ve Lojistiği Dergisi*, 2(02), 82-90. DOI: [10.52602/mtl.947252](https://doi.org/10.52602/mtl.947252)
- Farhan, J. & Ong, G.P. (2016).** Forecasting seasonal container throughput at international ports using SARIMA models. *Maritime Economics & Logistics*, 1-18.
- Fiskin, C.S., Turgut, O., Westgaard, S. & Cerit, A.G. (2022).** Time series forecasting of domestic shipping market: comparison of SARIMAX, ANN-based models and SARIMAX-ANN hybrid model. *Int. J. Shipping and Transport Logistics*, 14(3), 193-221.
- Holt, C.E. (1957).** *Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted averages* (O.N.R. Memorandum No. 52). Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh USA.
- Hyndman, R.J. & Khandakar, Y. (2008).** Automatic time series forecasting: the forecast package for R. *Journal of Statistical Software*, 26(3), 1-22. DOI: [10.18637/jss.v026.b03](https://doi.org/10.18637/jss.v026.b03)

- [10.18637/jss.v027.i03](https://doi.org/10.18637/jss.v027.i03)
- Hyndman, R., Athanasopoulos, G., Bergmeir, C., Caceres, G., Chhay, L., O'Hara-Wild, M., Petropoulos, F., Razbash, S., Wang, E. & Yasmeen, F. (2021).** Forecast: Forecasting functions for time series and linear models. R Package Version 8.14
- İncaz, S. & Karakopru, U.O. (2021).** Impact of COVID-19 Pandemic on Ambarlı Port in Container Handling and a Forecasting Analysis for Future. *Kent Akademisi*, *14*(4), 899-910.
- Kara, A. (2011).** *İzmir (Alsancak) Limanı Gelecek Talep Tahmini İçin Bir Yöntem Önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Kılınç, G., Karaatlı, M. & Ömürbek, N. (2022).** Türkiye Limanlarındaki Konteyner Ve Yük Elleçleme Hacimlerinin YSA NARX Modeli ile Öngörülmesi. *Verimlilik Dergisi*, *2*, 251-266. DOI: [10.51551/verimlilik.896525](https://doi.org/10.51551/verimlilik.896525)
- Kim, J.K., Pak, J.Y., Wang, Y., Park, S.I. & Yeo, G.T. (2011).** A Study on forecasting container volume of port using SD and ARIMA. *Journal of Navigation and Port Research International Edition*, *35*(4), 343-349. DOI: [10.5394/KINPR.2011.35.4.343](https://doi.org/10.5394/KINPR.2011.35.4.343)
- Lertthaitrakul, W., Khumsawat, P. & Manirochana, N. (2021).** A Comparison Forecast Volume of Outbound Containers in Case of The Bangkok Port Between Exponential Smoothing and ARIMA Model. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, *12*(8), 3010-3016. DOI: [10.17762/turcomat.v12i8.4137](https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i8.4137)
- Lewis, C.D. (1982).** *Industrial and Business Forecasting Methods*, Butterworths Publishing, Londra.
- OECD. (2011).** Strategic Transport Infrastructure Needs to 2030. OECD Publications, Paris.
- Peng, W.Y. & Chu, C.W. (2009).** A comparison of univariate methods for forecasting container throughput volumes. *Mathematical and Computer Modeling*, *50*(7), 1045-1057.
- Saka, M. & Çetin, O. (2017).** Konteyner Taşımacılığı İçin Yeni Bir Model Önerisi: Köseköy Kuru Limanı. III. Ulusal Liman Kongresi, 1-20.
- Schulze, P.M. & Prinz, A. (2009).** Forecasting container transshipment in Germany. *Applied Economics*, *41*(22), 2809-2815.
- Şen, H., Yaşayanlar, A. & Denizhan, B. (2021).** Türkiye'de Limanlarda Yük Taşımacılığı Veri Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *22*, 436-444.
- Shankar, S., Ilavarasan, P.V., Punia, S. & Singh, S.P. (2020).** Forecasting container throughput with long short-term memory networks. *Industrial Management & Data Systems*, *120*(3), 425-441. DOI: [10.1108/IMDS-07-2019-0370](https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2019-0370)
- Twrdy, E. & Batista, M. (2016).** Modeling of container throughput in Northern Adriatic ports over the period 1990-2013. *Journal of Transport Geography*, *52*, 131-142. DOI: [10.1016/j.jtrangeo.2016.03.005](https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.03.005)
- UAB (2022).** T.C. Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı, *Konteyner İstatistikleri*. (Erişim tarihi: 12.06.2022).
- Ubaid, A., Hussain, F. & Saqib, M. (2021).** Container Shipment Demand Forecasting in the Australian Shipping Industry: A Case Study of Asia–Oceania Trade Lane. *Journal of Marine Science and Engineering*, *9*(9), 968-988. DOI: [10.3390/jmse9090968](https://doi.org/10.3390/jmse9090968)



Sinop Kıyılarının Yeşil Alglerinden *Ulva intestinalis* (Linnaeus, 1753)'in Biyokimyasal İçeriğindeki Mevsimsel Değişiklikler^[*]

Ali KARAÇUHA^{1*} Gökhan YILDIZ¹ Melek ERSOY KARAÇUHA²

¹Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 57000 Sinop, Türkiye

²Sinop Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, 57000 Sinop, Türkiye

Geliş Tarihi: 03.06.2022

Kabul Tarihi: 16.09.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atıf yapmak için: Karacuha, A. Yıldız, G. & Ersoy Karacuha, M. (2022). Sinop Kıyılarının Yeşil Alglerinden *Ulva intestinalis* (Linnaeus, 1753)'in Biyokimyasal İçeriğindeki Mevsimsel Değişiklikler. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 350-357.

How to cite: Karacuha, A. Yıldız, G. & Ersoy Karacuha, M. (2022). Seasonal Changes in Biochemical Content of Green Algae *Ulva intestinalis* (Linnaeus, 1753) From Sinop Coasts. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 350-357.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0419-9964>

ID: <https://orcid.org/0000-0002-2123-0871>

ID: <https://orcid.org/0000-0001-6210-9624>

*Sorumlu yazarın:

Ali KARAÇUHA
Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
57000 Sinop, Türkiye.
✉: ali_karacuha@hotmail.com

Öz: Bu çalışmada, yeşil alglerden *Ulva intestinalis* türünün ekolojik özellikleri ile besin kompozisyonundaki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma materyali Sinop kıyıları boyunca seçilen dört farklı noktadan mevsimsel olarak toplanmıştır. Yapılan analizler sonunda mevsimler ve istasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($P<0,05$) tespit edilmiş olup, kış mevsimi protein değerlerinde ($11,63\pm 2,30$) diğer mevsimlere göre belirgin artış gözlenmiştir. *U. intestinalis* türünde $71,25\pm 1,13$ oranında karbohidrat tespit edilirken bunu $20,50\pm 0,16$ ile kül, $7,82\pm 1,16$ ile protein ve $0,44\pm 0,04$ ile yağın izlediği saptanmıştır. Deniz suyunun fizikokimyasal parametreleri ile *U. intestinalis* türünün besin kompozisyonunu arasında yapılan korelasyon analizine göre sadece yaz mevsiminde pH ile protein değerleri arasında pozitif bir korelasyon görülmüştür. Bunun yanı sıra yıl boyunca pH ile karbohidrat değeri arasında negatif korelasyon tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin *U. intestinalis* türünün en kullanışlı dönemlerini tespit etmede önemli bir veri kaynağı olacağına inanılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Karadeniz, kimyasal kompozisyon, Sinop, *Ulva intestinalis*.

Seasonal Changes in Biochemical Content of Green Algae *Ulva intestinalis* (Linnaeus, 1753) From Sinop Coasts^[*]

Abstract: In this study, it was aimed to determine the ecological characteristics of the green algae *Ulva intestinalis* and the change in nutrient composition. The study material was collected seasonally from four different locations along the coast of Sinop. At the end of the analysis, statistically significant differences ($P<0.05$) were found between seasons and stations, and a significant increase was observed in winter protein values ($11.63\pm 2.30\%$) compared to other seasons. In *U. intestinalis*, $71.25\pm 1.13\%$ carbohydrate was detected, followed by $20.50\pm 0.16\%$ ash, $7.82\pm 1.16\%$ protein and $0.44\pm 0.04\%$ fat detected. According to the correlation analysis between the physicochemical parameters of sea water and the nutritional composition of *U. intestinalis*, a positive correlation was observed between the pH and protein values only in summer. In addition, a negative correlation was found between pH and carbohydrate value throughout the year. It is believed that the data obtained as a result of this study will be an important data source in determining the most useful periods of *U. intestinalis*.

*Corresponding author's:

Ali KARAÇUHA
Sinop University, Faculty of Fisheries, 57000
Sinop, Türkiye
✉: ali_karacuha@hotmail.com

Keywords: Black sea, chemical composition, Sinop, *Ulva intestinalis*.

^[*] Bu makale, Gökhan YILDIZ'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This manuscript was produced from Gökhan YILDIZ's master thesis.

GİRİŞ

Algler, içerdiği biyokimyasal özellikleri nedeniyle denizel ortamların en önemli kaynaklarından biri olarak görülmekte olup hem insan hem de hayvan sağlığına faydalı oldukları bilinmektedir (Fleurence, 1999). Özellikle yapısında yer alan yüksek protein, amino asit, vitamin ve mineral maddeler ile düşük yağ miktarı, sağlıklı beslenme için balıktan sonra alglerin tüketilebilecek cazip besin kaynakları arasında yer almasını sağlamaktadır (Southgate, 1990).

Alglerin kimyasal bileşimi ile ilgili çalışmalar 1900'lü yıllarda başlamış olup (İrkin & Erduğan, 2014) besinsel katkısı ile ilgili yapılan son yıllardaki araştırmalar yüksek vitamin, mineral, protein ve karbohidrat içeriğine sahip düşük kalorili gıdalar olduklarını göstermiştir (D'Armas vd., 2019). Ancak alglerin gıda sektöründe ve endüstriyel alanlarda kullanılabilmesi için bileşenlerin en yüksek olduğu dönemlerinin bilinmesinin gerekli olduğu bildirilmektedir (Yeşilova vd., 2017).

"Deniz yosunları (seaweeds)", dünyanın tüm kıyısız alanlarında bol miktarda bulunan ve bunlar arasında yeşil algler (*Chlorophyta*) sınıfı tek hücreli, koloni oluşturan veya çok hücreli türlerden oluşmakta ve fotosentez ürünlerini, karbohidrat, nişasta ve yağ şeklinde depolamaktadır (İrkin & Erduğan, 2014). Bu sebeple, gıda sektöründe alg grupları içerisinde özellikle yeşil algler (*Chlorophyta*), yüksek miktarlarda vitamin, mineral ve protein içermelerinden dolayı kullanılmaktadır (Kaykaç vd., 2008).

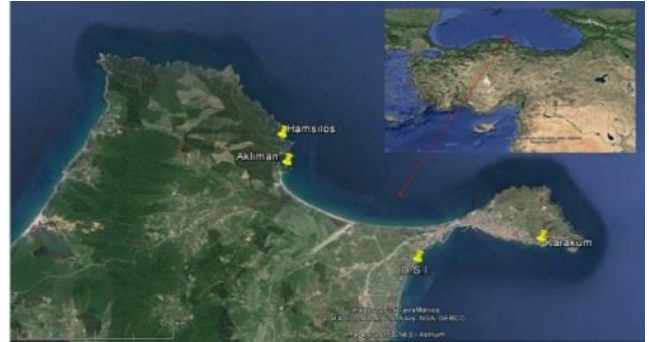
Ülkemiz makroalglerinin besin kompozisyonuna ait çalışmalar incelendiğinde araştırmaların daha çok Akdeniz, Ege ve Marmara Denizi'nde yapıldığı görülmektedir (Aras & Sayın, 2020; Berik & Çankırılığil, 2019; Çetingül vd., 1995; İrkin & Erduğan, 2014; Kaykaç vd., 2008). Karadeniz'deki alglerin kimyasal içerikleri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Karaçuha & Yıldız, 2017; Yeşilova vd., 2017). Bu çalışmada Karadeniz'in Sinop kıyılarından zengin besin içerikleri nedeniyle farklı alanlarda da kullanım olanağı olan ve her mevsim doğal olarak yayılım gösteren *Ulva intestinalis* türünün besin kompozisyonundaki (kül, protein, yağ ve karbohidrat) mevsimsel değişimlerin ve verimli şekilde yararlanılabilmesi açısından en uygun mevsimin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Sinop kıyılarında baskın olarak bulunan Chlorophyta grubu (yeşil algler) alglerden *Ulva intestinalis* çalışma materyali olarak seçilmiş ve 2014 yılında örneklemeler dört farklı istasyonun (Hamsilos (42°3'35.69"N, 35°2'37.46"E), Akliman (42°2'53.07"N, 35°2'46.69"E), DSİ (Devlet Su İşleri; 42°0'23.78"N,

35°7'5.23"E) ve Karakum (42°0'55.14"N, 35°11'10.14"E) üst infralittoral bölgesindeki 0-1 derinliğe kadar olan kayalık substratumlarda mevsimsel olarak elle toplanmıştır (Şekil 1). Ancak örnekleme sırasında sonbahar mevsiminde toplanan örnekler kurutulduktan sonra analizler için yeterli miktar elde edilemediğinden çalışmaya dahil edilmemiştir. Toplanan materyalin tür tayini Gallordo vd., (1993)'ne göre yapılmıştır.

Analizler için toplanan örnekler ağzı kilitli plastik poşetlere deniz suyu içerisinde alınarak en kısa sürede laboratuvara getirilip kum, taş ve epifitlerden temizlendikten sonra 3 kez distile su ile yıkanmıştır. Yıkanan örneklerden fazla suyu uzaklaştırmak için kurutma kâğıtları üzerine alınmış ve daha sonra 60°C'ye ayarlı etüvde 48 saat bekletilmiştir (Zhuang and Zhang, 2001). Biyokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla etüvden alınan örnekler öğütücü desteğiyle toz haline getirilmiş, silika jel içerisinde ağzı kapalı kutularda muhafazaya alınmış ve hemen ardından üç tekerrürlü olarak toplam kül, protein ve yağ analizleri yapılmıştır. Örneklerdeki toplam ham protein tayini Kjeldahl metodu (AOAC, 1995), yağ tayini için Bling ve Dyer, (1959) ve inorganik madde miktarı (kül) tayininde de AOAC (1984) yöntemi kullanılmıştır. İstasyonlardaki deniz suyunun fiziko-kimyasal parametreleri her mevsim ölçülmüştür.



Şekil 1. Örnekleme alanı (Google Haritalar).

Figure 1. Sampling area (Google Map).

İstatistiksel Analizler: İstatistiksel analizler, SPSS sürüm 24.0 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) sonucuna göre TUKEY'in çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır. *U. intestinalis* türünün besin içerikleri ile toplandığı istasyonlardaki fiziko-kimyasal parametreler arasındaki ilişkileri mevsimsel olarak ortaya çıkarmak için two-tailed Pearson Korelasyon katsayı matrisi "r" yöntemi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğunu belirlemek için Kolmogorov Smirnov testi yapılmıştır. Çalışılan makroalgin biyokimyasal bileşimi üzerinde mevsim, toplandığı istasyon ve/veya deniz suyuna ait fizikokimyasal parametrelerin etkileri gibi çok sayıda parametre vardır. Bunlar arasındaki yüksek düzeydeki korelasyon nedeniyle; değişken sayısını azaltmak için

özdeğerleri 1'den yüksek olan değişkenler kullanılmış, beklenen ağırlığı elde etmek için de Kaiser normalizasyonu ve doğrudan Oblimin rotasyonu ile Temel Bileşen Analizi (PCA) yapılmıştır.

BULGULAR

Mevsimsel olarak dört istasyondan toplanan örneklere ait kimyasal içerik değerleri ile istasyon ve mevsimler arasında gerçekleştirilen tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) sonuçlarından elde edilen bulgular Tablo 1'de verilmiştir.

Bu çalışmada *U. intestinalis* türün kül, yağ ve karbohidrat değerleri açısından en verimli döneminin yaz, protein bakımından ise kış mevsiminin olduğu ve deniz suyu sıcaklığındaki düşüşle birlikte mevsimsel bir artış gösterdiği saptanmıştır (Tablo 1, Şekil 2). Bununla birlikte, makroalglerde karbohidrat miktarlarının yaz aylarında daha yüksek olmasının sebebi olarak bu mevsimde yüksek fotosentetik faaliyet göstermeleri olduğu öne sürülmektedir (Yeşilova vd., 2017). *U. intestinalis* türün mevsimsel yağ yüzdelerine bakıldığında, en düşük yağ içeriğinin kış mevsiminde (%0,34±0,02), en yüksek değer ise yaz mevsiminde (%0,54±0,04) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1, Şekil 2b). Kaykaç vd., (2008) *Ulva rigida* türün maksimum yağ içeriğinin sonbaharda, minimum yağ içeriğini ise yazın elde edildiğini bildirmektedir. İrkin, (2009) tarafından ise *U. rigida* türün yağ içeriğinin maksimum değeri aynı şekilde sonbaharda tespit edilirken, minimum değer ise kışın saptanmıştır. Yapılan bu çalışmada *U. intestinalis* türün minimum yağ içeriğinin kış mevsiminde saptanmasına karşın, maksimum değer yaz mevsiminde bulunması hem Kaykaç vd., (2008) hem de İrkin, (2009)'nin sonuçları ile örtüşmemektedir. Nitekim makroalglerdeki lipid içeriğinin türler arasında değişim göstermekle birlikte ortamda bulunan besleyici elementlerin çeşit ve miktarına göre de

değişim gösterdiği rapor edilmektedir (Mishra vd., 1993). Manivannan vd., (2008), *U. intestinalis* türün yağ içeriğinin %1,33±0,20 ile yağ içeriği en düşük tür olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda elde edilen değerler Manivannan vd., (2008) tarafından elde edilen değerleri desteklemektedir. Chakraborty ve Bhattacharya, (2012) ortamda bulunan besleyici elementlerin çeşit ve miktarına göre yağ içeriğinin değişim gösterebileceğini rapor etmişlerdir. Bununla birlikte, *U. intestinalis* türünde kül değerleri bakımından mevsimler arasında bir düzensizlik olduğu, en düşük kül miktarının (%20,12±0,12) ilkbahar mevsiminde ve en yüksek (%21,11±0,17) yaz mevsiminde olduğu belirlenmiştir (Tablo 1, Şekil 2b). Zavodnik (1987) de benzer şekilde *U. rigida* türünün kül içeriğinde düzensiz değişimler olduğunu ve bu düzensizliğin algin büyümesi sırasında arttığını belirtmiştir. Bununla birlikte İrkin, (2009), *U. rigida* türünün kül içeriğinde en düşük miktarını yazın, en yüksek miktarını ise kışın elde etmiştir. Kaykaç vd.,

(2008)'nin çalışmasında da benzer şekilde *U. rigida*'nın minimum kül içeriği yaz mevsiminde saptanmış fakat İrkin (2009)'nin çalışmasından farklı olarak maksimum değeri ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Çetingül, (1993), kirli veya kirli sayılabilecek istasyonlarda yeşil alglerin kül içeriklerinde değişken değerler elde edildiğini, ayrıca çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak yeşil alglerden *U. intestinalis*, *U. rigida*, *Enteromorpha linza* ve *Codium tomentosum* türleri kül oranlarının ilkbahar ve yaz mevsiminde artıp sonbahar ve kış mevsiminde azaldığını saptamıştır. Padua vd., (2004), kış mevsiminde *U. oxysperma* için %18,91 ile %22,14, *U. lactuca* için %12,54 ile %13,23 arasında ve *U. fasciata* için %17,75 ile %20,61 arasında kül düzeyini bildirmişlerdir. Alglerin kül içerikleri karasal bitkilerden oldukça fazla olup ve daha yüksek seviyelerde kül içerdiği rapor edilmiştir (Ruperez vd., 2002).

Table 1. *Ulva intestinalis* türünün besin kompozisyonundaki (kül, protein, yağ ve karbohidrat) yüzde oranların istasyon ve mevsimlere göre dağılımı ve tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA).

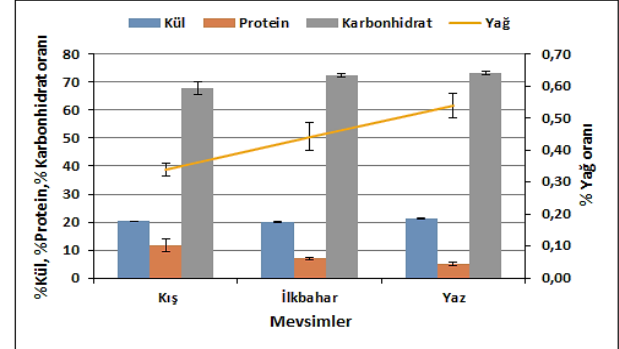
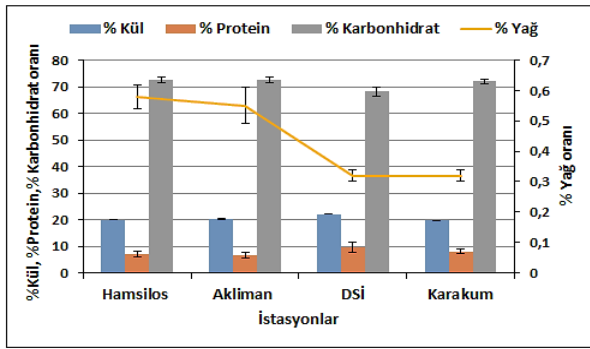
Kış				
İstasyon	% Kül	% Protein	% Yağ	% Karbohidrat
Hamsilos	20,56±0,06 ^{Aa}	11,75±2,48 ^{Aa}	0,47±0,03 ^{Ba}	67,22±2,57 ^{Ba}
Akliman	20,40±0,26 ^{Aa}	10,44±2,03 ^{Aa}	0,43±0,01 ^{Ba}	68,74±1,77 ^{Ba}
DSİ	20,41±0,07 ^{Aa}	14,23±3,16 ^{Aa}	0,23±0,01 ^{Bb}	65,14±3,24 ^{Ba}
Karakum	19,71±0,16 ^{ABb}	10,09±1,54 ^{Aa}	0,23±0,03 ^{Bb}	69,98±1,41 ^{Ba}
Ortalama	20,27±0,14	11,63±2,30	0,34±0,02	67,77±2,25
İlkbahar				
İstasyon	% Kül	% Protein	% Yağ	% Karbohidrat
Hamsilos	19,87±0,28 ^{Bb}	4,46±0,65 ^{Bb}	0,51±0,01 ^{Bb}	75,16±0,39 ^{Aa}
Akliman	19,70±0,14 ^{Ab}	5,44±0,62 ^{ABb}	0,84±0,14 ^{Aa}	74,02±0,62 ^{Aa}
DSİ	20,86±0,03 ^{Ba}	8,27±0,38 ^{Ba}	0,21±0,02 ^{Bc}	70,69±0,37 ^{Ab}
Karakum	20,03±0,02 ^{Ab}	9,62±0,58 ^{Aa}	0,21±0,01 ^{Bc}	70,14±0,56 ^{Bb}
Ortalama	20,12±0,12	6,95±0,56	0,44±0,05	72,50±0,49
Yaz				
İstasyon	% Kül	% Protein	% Yağ	% Karbohidrat
Hamsilos	19,63±0,03 ^{Bc}	4,86±0,28 ^{Ba}	0,75±0,07 ^{Aa}	74,76±0,15 ^{Aa}
Akliman	20,64±0,46 ^{Ab}	4,13±0,18 ^{Ba}	0,37±0,03 ^{Bb}	74,86±0,26 ^{Aa}
DSİ	24,78±0,1 ^{Ca}	6,20±1,69 ^{Ba}	0,52±0,03 ^{Ab}	68,5±1,63 ^{Bb}
Karakum	19,39±0,08 ^{Bc}	4,33±0,46 ^{Ba}	0,52±0,02 ^{Ab}	75,76±0,57 ^{Aa}
Ortalama	21,11±0,17	4,88±0,63	0,54±0,04	73,47±0,65
İstasyonların Mevsimsel Ortalaması				
İstasyon	% Kül	% Protein	% Yağ	% Karbohidrat
Hamsilos	20,02±0,12	7,02±1,11	0,58±0,04	72,38±1,04
Akliman	20,25±0,29	6,67±0,94	0,55±0,06	72,54±0,88
DSİ	22,02±0,07	9,57±1,74	0,32±0,02	68,11±1,75
Karakum	19,71±0,09	8,01±0,86	0,32±0,02	71,96±0,85

*Her değer ortalama±standart sapmayı ifade etmektedir. Farklı üst yazılı işaretler (ort±standart sapma, 3 tekrarlı grup) birbirinden istatistiksel olarak farklıdır. Her bir parametre için aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b, c: istasyonlar arası ve A, B, C: mevsimler arası) ifade edilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (P<0,05).

Bu çalışmada, *U. intestinalis* türünün protein düzeyi ile sıcaklık arasında negatif bir ilişkisi olduğu görülmüştür (Şekil 2b). Bu konuda yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, Zavodnik, (1987) *U. rigida* türünün maksimum protein içeriğini şubat sonunda, minimum protein içeriğini ise mart ayında tespit ettiğini bildirmişlerdir. Kaykaç vd., (2008), çalışmalarında *U. rigida* türünün protein içeriğinin en yüksek değerini kış mevsiminde, en düşük değerini ise ilkbahar mevsiminde saptamıştır. Sinop kıyılarında gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda *U. intestinalis* türünün maksimum protein oranlarının bulunduğu mevsimin kış olması diğer literatürlerle benzerlik göstermiş fakat minimum değerinin

bulduğu mevsimin yaz olması farklı bir sonuç olarak tespit edilmiştir. Parthiban vd., (2013), protein içeriğinin farklı cinslere, hatta aynı cins içindeki türlere göre değişebileceğini, değişimin alansal ya da zamansal olabileceğini ve bu değişimlerde en büyük payın su kalitesine ait olduğunu bildirmiştir. Mevsimler arasındaki bu dalgalanmanın türün bağlı bulunduğu sudaki sıcaklık, tuzluluk, azot ve nutrient gibi faktörlerin değişiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim yapılan bir çalışmada, protein içeriğinin farklı alg cinslerine, hatta aynı cins içindeki türlere göre değişebileceğini, bu değişimin alansal ya da zamansal olabileceğini ve değişimlerde belirlenen en büyük payın su kalitesi ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Saranya & Gırja, 2013). DSİ istasyonundaki yüksek protein seviyeleri ise bu yerlerdeki kirliliğe bağlanabilir. Parchevskij ve Rabinovich, (1991) kanalizasyon ve atık su atıklarıyla kirlenmiş Karadeniz kıyı bölgelerinde yatay ve dikey olarak asılı halatlar üzerinde *U. intestinalis* yetiştirdiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca Cirik ve Cirik, (1999) tarafından *Ulva* türlerinin nitrofil (azot seven)

algler olduğunu ve kış aylarında sudaki nütrient seviyesinin maksimum olmasından dolayı artışın meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Bununla birlikte Munda ve Gubensek, (1986) alglerin azot miktarı dolayısıyla da protein miktarlarının buldukları ortamın tuzluluğu ve mevsimsel değişimlerine bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca aynı araştırmacılar, kışın azalan ışık şiddetiyle birlikte deniz alglerinin metabolizmalarında da değişimler olduğu ve bu durumun da düşük molekül ağırlıklı peptidlerle taze aminoasitlerin birikmesine ve protein sentezinin azalması/durdurulmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Dolayısı ile çalışmamızda kış mevsiminde elde edilen yüksek protein miktarındaki artışın sebebi olarak gelişim döneminin yavaşlaması ve metabolik faaliyetlerdeki azalışla beraber ışık şiddeti, sıcaklık vb. fiziksel parametrelerdeki değişime bağlı ortaya çıktığını düşündürmektedir. Nitekim *U. intestinalis* yılın her döneminde üreme durumunda bulunabilen bir tür olmasına rağmen maksimum üreme, gelişme ve yayılışının özellikle yaz aylarında gerçekleştiği belirtilmektedir (Burrows vd., 1991).



Şekil 2. *Ulva intestinalis* türünün besin kompozisyonundaki yüzde oranların mevsimsel ortalamalarının istasyonlara göre dağılımı (a) istasyon ortalamalarının mevsimlere dağılımı (b).

Figure 2. Distribution of seasonal averages of the percentages in the nutritional composition of *Ulva intestinalis* according to stations (a) distribution of station averages to seasons (b)

Genel olarak deniz alglerinin kuru maddede yaklaşık %40 karbohidrat, %0,6-4,3 yağ ve % 8-40 kül içerdiği; yeşil alglerin % 0,6-4,3 yağ ve %10-26 protein içerikleri olduğu; kahverengi alglerin %15, yeşil alglerin %3-18 ve kırmızı alglerin %3-20 oranında total protein içerdiği belirtilmektedir (İrkin & Erduğan, 2014; Kaykaç vd., 2008). Bununla birlikte yeşil algler içerisinde *Ulva* türlerinin protein miktarının kuru ağırlık üzerinden %15-20 arasında olduğu (İrkin & Erduğan, 2014), yağ içeriklerinin gruplara göre de farklılıklar gösterdiği ve yeşil alglerin yağ miktarı bakımından oldukça fakir olduğu bildirilmektedir (Aysel vd., 1992; Orhon, 2009). Negreanu-Pirjol vd., (2011) tarafından Karadeniz'in Romanya kıyılarında *Ulva* türlerinde %18,38 oranında kül, %14,5 oranında total protein ve %0,69 oranında yağ içerdiği tespit edilmiştir. Metin ve Baygar, (2018), *U. intestinalis* türü kül içeriğinin mevsimlere göre %11,75-17,35 arasında, Aras ve Sayın, (2020) ise %27,49±0,43 oranında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde

edilen değerlerin mevsimsel ortalamaları dikkate alındığında içerik olarak en yüksek oranda bulunan parametrenin karbohidrat (%71,25±1,13) olduğu bunu kül (%20,50±0,16), protein (%7,82±1,16) ve yağ (%0,44±0,04) içeriklerinin izlediği tespit edilmiş olup önceki çalışmalardan elde edilen bulgular ile bazı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 2). Bunun sebebi olarak karşılaştırma yapılan çalışmalardaki verilerin farklı mevsim/mevsimlerden elde edilmesi olarak düşünülmektedir.

Tablo 2. Mevcut çalışma ile karşılaştırmalı olarak *U. intestinalis* türün biyokimyasal içerikleri

Table 2. Biochemical contents of *U. intestinalis* in comparison with the current study

Türler	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Karbohidrat (%)	Kaynak
<i>U. intestinalis</i>	20,50±0,14	7,82±1,16	0,44±0,03	71,25±1,13	Mevcut çalışma (ort)
<i>U. intestinalis</i>	-	-	1,33	-	Manivannan vd., 2008
<i>U. intestinalis</i>	27,49	15,77	1,04	-	Aras & Sayın, 2020
<i>E. intestinalis</i>	1,63	15,02	1,63	-	Akköz vd., 2011
<i>U. intestinalis</i>	13,34	9,18	0,44	64,36	Metin & Baygar, 2018
<i>Ulva</i> spp.	18,38	14,5	0,69	54,95	Negreanu-Pirjol vd., 2011

Çalışmamızdaki deniz suyuna ait bazı fizikokimyasal parametrelerin istasyonlara göre mevsimsel değişimi Tablo 3'te verilmiştir. Özellikle sıcaklık değerlerinin mevsimlere göre farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Tablo 3. Deniz yüzey suyuna ait bazı fizikokimyasal parametrelerin istasyonlara göre mevsimsel değişimi (K: kış; İ: ilkbahar; Y: yaz).

Table 3. Seasonal variation of some physicochemical parameters of sea surface water according to stations (K: winter; I: spring; Y: summer).

Parametreler	Hamsilos			Aklıman		
	K	İ	Y	K	İ	Y
Sıcaklık (°C)	8,36	11,39	21,71	8,7	12,66	21,51
Tuzluluk (ppt)	17,16	17,35	18,32	17,42	17,62	18,52
pH	8,33	8,22	8,62	8,1	8,38	8,57
Çözünmüş oksijen (mg/l)	7,49	6,46	5,35	7,02	5,85	5,25
İletkenlik (mS/cm)	27,61	27,13	29,55	28,33	27,57	28,86
TDS (ppt)	14,6	12,57	15,78	12,64	13,79	14,03
Yoğunluk (σ _t)	11,5	11,4	12,7	11,9	11,8	12,4
Parametreler	DSİ			Karakum		
	K	İ	Y	K	İ	Y
Sıcaklık (°C)	9,07	12,86	22,97	9,05	13,17	22,18
Tuzluluk (ppt)	17,82	17,01	18,24	18,08	17,99	17,61
pH	8,22	8,39	8,73	8,19	8,42	8,56
Çözünmüş oksijen (mg/l)	7,37	5,83	5,33	8,44	5,67	5,32
İletkenlik (mS/cm)	27,01	27,43	29,46	29,05	27,03	28,51
TDS (ppt)	13,52	13,72	14,73	14,1	13,52	14,26
Yoğunluk (σ _t)	11,3	12,4	12,9	12,3	12,2	13,1

Makroalg türlerinin yaşadığı deniz suyunun ekolojik değişkenleri ile bunların inorganik madde (kül), protein, yağ ve karbohidrat içerikleri arasında elde edilen

korelasyon katsayıları mevsimlere göre Tablo 4 'te verilmiştir. Sıcaklık ve çözünmüş oksijen artışı arasındaki negatif korelasyon, korelasyon analizi ile desteklenmiştir (Tablo 4).

Ayrıca korelasyon analizinde yaz ve ilkbahar mevsimlerinde sıcaklık ile pH arasında pozitif yönde bir korelasyon gözlenirken aynı zaman da pH ile çözünmüş oksijen arasında negatif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiş olması, çözünmüş oksijen miktarındaki mevsimsel azalmayı destekleyen sıcaklıkla bağlantılı bir diğer çevresel faktör olduğunu göstermiştir (Tablo 4). Deniz suyunun yoğunluğu sıcaklık, tuzluluk ve basıncın etkisine bağlı olarak değişebilen fiziksel bir özelliktir ve sıcaklık artışına paralel olarak yoğunluğun düşmesi beklenmektedir. Fakat yapılan bu çalışmadan elde edilen veriler bu bilgi ile örtüşmemektedir. Bunun nedeninin mevsimler arasında önemli oranda yağış farklılıkları bulunması ve bunun tuzluluk değişimini meydana getirmesi olabilir. Bu çalışmada, meydana gelen tuzluluk farkının deniz yüzey suyu yoğunluğuna etkisinin, mevsimsel sıcaklık farkının etkisinden daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. *Ulva intestinalis* türünün yaz, ilkbahar ve kış mevsimi örneklemelerinden elde edilen inorganik madde (kül), protein, yağ ve karbohidrat (%) ile ekolojik değişkenler arasındaki ilişkinin Pearson Korelasyon katsayısı Sig. (2-tailed) matrisi (K: karbohidrat; Pr: protein; Y: yağ; Sıc: sıcaklık; Tuz: tuzluluk; İletk: iletkenlik; Yoğ: yoğunluk; Ç.O.: çözünmüş oksijen)

Table 4. Pearson Correlation coefficient of the relationship between inorganic matter (ash), protein, fat and carbohydrate content (%) obtained from summer, spring and winter sampling of *Ulva intestinalis* and ecological variables Sig. (2-tailed) coefficient matrix (K: carbohydrate; Pr: protein; Y: fat; Sıc: temperature; Tuz: salinity; İletk: conductivity; Yoğ: density; Ç.O.: dissolved oxygen)

Parametreler	K. (%)	Pr. (%)	Y. (%)	KH (%)	Sıc. (°C)	Tuz. (ppt)	pH	Ç.O. (mg/l)	İletk. mS/cm)	TDS (ppt)	Yoğ. (σ _t)	
Kül	yaz	1	,881	-,229	-,984*	,801	,282	,906	,077	,478	-,071	,083
	ilkbahar		,537	-,722	-,639	,345	-,655	,311	-,278	,127	,309	,746
	kış		,517	-,654	-,689	-,633	-,832	,306	-,880	-,790	-,131	-,838
Protein	yaz		1	,246	-,950*	,857	,123	,990**	,535	,700	,351	,322
	ilkbahar			-,783	-,990**	,848	,285	,798	-,807	-,293	,545	,893
	kış			1	-,289	-,976*	,203	-,002	,378	-,356	-,931	,060
Yağ	yaz			1	-,056	-,002	-,098	,205	,880	,600	,955*	,278
	ilkbahar				-,789	-,356	,100	-,277	,280	,564	-,006	-,649
	kış				,077	-,956*	-,956*	,187	-,573	-,081	-,008	-,176
Karbohidrat	yaz			1	-,839	-,241	-,965*	-,248	-,582	-,089	-,165	
	ilkbahar				-,855	-,158	-,808	,810	,193	-,593	-,944	
	kış				-,006	,215	-,410	,516	,987*	-,031	,967*	
Sıcaklık	yaz				1	-,325	,794	,450	,240	-,023	,663	
	ilkbahar					,347	,996**	-,997**	,166	,890	,880	
	kış					,948	-,461	,415	,150	-,281	,248	
Tuzluluk	yaz					1	,259	-,375	,580	,192	-,897	
	ilkbahar						,338	-,385	-,440	,104	-,061	
	kış						-,347	,680	,367	-,052	,455	
pH	yaz						1	,453	,751	,348	,186	
	ilkbahar							-,999**	,244	,923	,856	
	kış							,182	-,453	,897	-,491	
Çözünmüş oksijen	yaz							1	,522	,785	,648	
	ilkbahar								1	-,203	-,842	
	kış									,597	,627	
İletkenlik	yaz								1	,794	-,204	
	ilkbahar									,597	,131	
	kış									-,046	,995**	
TDS	yaz									1	,045	
	ilkbahar										,761	
	kış										-,074	
Yoğunluk											1	

** Korelasyon 0,01 düzeyinde önemlidir * Korelasyon 0,05 düzeyinde önemlidir.

Deniz suyunun ekolojik değişkenleri ile *U. intestinalis* türün inorganik madde (kül), protein, yağ ve karbohidrat içerikleri arasında yapılan korelasyon analizi, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde protein değerleri ile pH

arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ancak her mevsim karbohidrat değeri ile negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4). *U. intestinalis* türünden yaz mevsiminde elde edilen yağ değerlerinin TSD ile pozitif ve

- AOAC. (1995).** *Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, VA.
- Akköz, C., Arslan, D., Ünver, A., Özcan, M.M. & Yılmaz, B. (2011).** Chemical composition, total phenolic and mineral contents of *Enteromorpha intestinalis* (L.) Kütz. and *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. seaweeds. *Journal of Food Biochemistry*, **35**(2), 513-523.
- Aras, A. & Sayın, S. (2020).** Geleceğin Fonksiyonel Ürünleri için Bazı Denizel Makroalglerin Potansiyellerinin Belirlenmesi. *Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research*, **3**(1), 22-35.
- Berik, N. & Cankiriligil, E.C. (2019).** The elemental composition of green seaweed (*Ulva rigida*) collected from Çanakkale, Turkey. *Aquatic Sciences and Engineering*, **34**(3), 74-79. Doi: 10.26650/ASE2019557380
- 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. DOI: 10.1139/o59-099
- Burrows, E.M., Dixon, P.S. & Irvine, L.M. (1991).** *Seaweeds of the British Isles: Chlorophyta. Vol. 2.* HM Stationery Office.
- Çetingül, V. (1993).** *Ekonomik değerdeki bazı deniz alglerinin kimyasal içeriklerinin saptanması.* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 159s.
- Çetingül, V., Aysel, V., Güner, H., Demiralp, C. & Özcan, S. (1995).** Comparative study of the chemical composition of some macroalgae in the Gulf of Izmir (Aegean Sea, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **12**, 239-245.
- Chakraborty, S. & Bhattacharya, T. (2012).** Nutrient composition of marine benthic algae found in the Gulf of Kutch coastline, Gujarat, India. *Journal of algal biomass utilization*, **3**(1), 32-38.
- Cirik, Ş. & Cirik, S. (1999).** Aquatic Plants (The biology, ecology and aquaculture techniques of seaweeds). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, **58**, 188.
- Cirik, Ş., Akçalı, B. & Bilecik, N. (2001).** Marine plants of Gökova Bay (Aegean Sea). *Piri Reis Bilim Seri*, (4).
- D'Armas, H., Jaramillo, C., D'Armas, M., Echavarría, A. & Valverde, P. (2019).** Proximate composition of several macroalgae from the coast of Salinas Bay, Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, **67**(1), 61-68. DOI: 10.15517/rbt.v67i1.33380
- Fleurence, J. (1999).** Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in food science & technology*, **10**(1), 25-28. DOI: /10.1016/S0924-2244(99)00015-1
- Gallardo, T., Garreta, A.G., Ribera, M.A., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G. & Boudouresque, C.F. (1993).** Check-list of Mediterranean seaweeds. II. Chlorophyceae. *Wille I. Bot. Mar.*, **36**, 399-421.
- İrkin, L.C. (2009).** *Çanakkale Boğazı'nda yayılış gösteren bazı makroalglerin kimyasal kompozisyonunun araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- İrkin, L.C. & Erduğan, H. (2014).** Chemical composition of *Ulva rigida* C. Agardh from the Çanakkale Strait (Dardanelles), Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, **20**(2).
- Karaçuha, A. & Yıldız, G. (2017).** Karadeniz'in Sinop yarımadası kıyılarında dağılım gösteren *Cystoseira crinita* Duby'nın kimyasal kompozisyonu üzerine mevsimsel inceleme. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **2**(2), 51-61.
- Kaykaç, G.O., Cirik, Ş. & Tekinay, A.A. (2008).** Yeşil Deniz alglerinden *Ulva rigida* (C. Agardh)'nın besin kompozisyonu ve aminoasit içeriklerinin mevsimsel değişimi. *Su Ürünleri Dergisi*, **25**(1), 9-12.
- Manivannan, K., Thirumaran, G., Devi, G.K., Hemalatha, A. & Anantharaman, P. (2008).** Biochemical composition of seaweeds from Mandapam coastal regions along Southeast Coast of India. *American-Eurasian Journal of Botany*, **1**(2), 32-37.
- Metin, C. & Baygar, T. (2018).** Determination of nutritional composition of *Enteromorpha intestinalis* and investigation of its usage as food. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **35**(1), 7-14. DOI: 10.12714/egejfas.2018.35.1.02
- Mishra, V.K., Temelli, F., Ooraikul, B., Shacklock, P.F. & Craigie, J.S. (1993).** Lipids of the red alga, *Palmaria palmata*. *Botanica Marina*, **36**(2), 169-174. DOI: 10.1515/botm.1993.36.2.169
- Munda, I.M. & Gubenšek, F. (1986).** The amino acid content of some benthic marine algae from the Northern Adriatic. *Botanica Marina*, **29**, 367-372. DOI: 10.1515/botm.1986.29.4.367
- Negreanu-Pîrjol, B., Negreanu-Pîrjol, T., Paraschiv, G., Bratu, M., Sîrbu, R., Roncea, F. & Meghea, A. (2011).** Physical-chemical characterization of some green and red macrophyte algae from the Romanian Black Sea littoral. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, **12**(2), 173-184.

- Orhon, O. (2009).** *Çeşme Yarımadası bazı denizel alg türlerinin kimyasal içerikleri ve besin değerleri.* Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 75s.
- Pádua, M. D., Fontoura, P. S. G., & Mathias, A. L. (2004).** Chemical composition of *Ulvaria oxysperma* (Kützinger) bliding, *Ulva lactuca* (Linnaeus) and *Ulva fasciata* (Delile). *Brazilian archives of biology and technology*, **47**(1), 49-55. DOI: [10.1590/S1516-89132004000100007](https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000100007)
- Parchevsky, V.P. & Rabinovich, M.A. (1991).** Growth rate and harvest of the green alga *Enteromorpha intestinalis* on artificial substrates in a wastewater outfall area. *Биология моря*, **17**(2), 30-36.
- Parthiban, C., Saranya, C., Girija, K., Hemalatha, A., Suresh, M. & Anantharaman, P. (2013).** Biochemical composition of some selected seaweeds from Tuticorin coast. *Advances in Applied Science Research*, **4**(3), 362-366.
- Ruperez, P., Ahrazem, O. & Leal, J.A. (2002).** Potential antioxidant capacity of sulphated polysaccharides from the edible marine brown seaweed *Fucus vesiculosus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50**, 840-845. DOI: [10.1021/jf010908o](https://doi.org/10.1021/jf010908o)
- Saranya, C. & Girija, K. (2013).** Estimation of major pigment content in seaweeds collected from Pondicherry Coast. *International Journal of Science and Technology*, **9**(1), 522-525.
- Southgate, D.A.T. (1990).** Dietary fiber and health. In: *Dietary Fiber-Chemical and Biological Aspects* (eds., D.A.T. Southgate, K. Waldron, I.T. Johnson, G.R. Fenwick). The Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK 10-19p.
- Yeşilova, K., Balkis, N. & Taşkın, E. (2017).** Seasonal investigation of the protein, carbohydrate and lipid contents of dominant macroalgae on the western coast of the Black Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, **26**(1), 46-55.
- Zavodnik, N. (1987).** Seasonal variations in the rate of photosynthetic activity and chemical composition of the littoral seaweeds *Ulva rigida* and *Porphyra leucosticta* from the North Adriatic. *Botanica Marina* **30**, 71-82. DOI: [10.1515/botm.1987.30.1.71](https://doi.org/10.1515/botm.1987.30.1.71)
- Zhuang, S.H. & Zhang, M. (2001).** *Biodiversity investigation. II. The biodiversity in intertidals of Yantai littoral regions.* Shandong Map Publisher, Jinan.



Seasonal Proximate Composition, Amino Acid and Trace Metal Contents of the Great Mediterranean Scallop (*Pecten jacobaeus*) Collected from the Gulf of Antalya

Erdinç VESKE^{1*} Ekrem Cem ÇANKIRILIGİL¹ Hijran YAVUZCAN YILDIZ²

¹ Sheep Breeding Research Institute, Department of Fisheries, Bandırma, Balıkesir, Türkiye

² Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Fisheries and Aquaculture, Ankara, Türkiye

Geliş/Received: 29.04.2022

Kabul/Accepted: 21.07.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Veske, E., Çankırılıgil, E.C. & Yavuzcan Yıldız, H. (2022). Seasonal Proximate Composition, Amino Acid and Trace Metal Contents of the Great Mediterranean Scallop (*Pecten jacobaeus*) Collected from the Gulf of Antalya. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 358-366.

Atıf yapmak için: Veske, E., Çankırılıgil, E.C. & Yavuzcan Yıldız, H. (2022). Antalya Körfezi'nden Toplanan Akdeniz Deniz Tarağı (*Pecten jacobaeus*)'nın Mevsimsel Ham Besin Bileşimi, Amino Asit ve İz Metal İçerikleri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 358-366.

* <https://orcid.org/0000-0002-4194-2120>

<https://orcid.org/0000-0001-5898-4469>

<https://orcid.org/0000-0001-6567-7467>

*Corresponding author:

Erdinç VESKE

Sheep Breeding Research Institute, Bandırma,
Balıkesir, Türkiye

✉: erdinc.veske@tarimorman.gov.tr

Abstract: This study evaluated the seasonal nutrient content and trace element composition of the great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*), which is among the economic scallop species. The samples were obtained as by-catch from the trawler nets of commercial fishing boats operating in the Gulf of Antalya seasonally between 2017 and 2018. After determining the scallops' growth indices; proximate composition, amino acid and element analyses were carried out. According to the results, condition index and gonadosomatic index were highest in the summer, while meat yield was highest in autumn. The muscle tissue's crude protein and ash ratio decreased to a minimum in summer. Crude fat was determined at the highest level in the spring and decreased after the summer when the reproduction period was over ($P<0.05$). Total amino acid contents in muscle were found between 13.313 ± 0.81 to 15.047 ± 0.57 g/100g. Valine, phenylalanine and isoleucine decreased from autumn to summer ($P<0.05$), and no statistically significant change was found in amounts of tryptophan and threonine ($P>0.05$). Also, *P. jacobaeus* was found as rich in boron, zinc, and manganese. All trace elements measured in this study were found below the acceptable limits. Amongst the toxic metals, arsenic and mercury were not detected in the scallop tissues. Although cadmium and lead were not detected in muscle tissue, they were found below the acceptable limit values in the digestive gland.

Keywords: Bivalve, by-catch, essential amino acids, heavy metals, seafood safety.

Antalya Körfezi'nden Toplanan Akdeniz Deniz Tarağı (*Pecten jacobaeus*)'nın Mevsimsel Ham Besin Bileşimi, Amino Asit ve İz Metal İçerikleri

Öz: Bu çalışmada, ekonomik tarak türleri arasında yer alan Akdeniz deniz tarağı (*Pecten jacobaeus*)'nın mevsimsel besin içeriği ve iz metal içerikleri değerlendirilmiştir. Örnekler Antalya Körfezi'nde faaliyet gösteren ticari balıkçı teknelerinin trol ağlarından hedef dışı av olarak 2017-2018 yılları arasında alınmıştır. Deniz taraklarının bazı büyüme indeksleri belirlendikten sonra, ham besin bileşimi, amino asit ve element analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre; kondisyon indeksi ve gonadosomatik indeks en yüksek yaz mevsiminde, et verimi ise en yüksek sonbaharda tespit edilmiştir ($P<0,05$). Yaz mevsiminde kas dokusunun ham protein ve kül oranı en az miktarlarda bulunmuştur. Ham yağ miktarı ise ilkbaharda en yüksek düzeyde belirlenmiş olup üreme döneminin bittiği yaz mevsiminden sonra azalmıştır ($P<0,05$). Kas dokusunun toplam amino asit içeriği ise $13,313\pm 0,81$ ile $15,047\pm 0,57$ g/100g arasında tespit edilmiştir. Valin, fenilalanin ve izolösin miktarları sonbahardan yaz mevsimine doğru azalış gösterirken ($P<0,05$), triptofan ve treonin miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim saptanamamıştır ($P>0,05$). Ayrıca, *P. jacobaeus*'ün bor, çinko ve manganez açısından zengin olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada tespit edilen tüm iz elementler kabul edilebilir limit değerlerin altında bulunmuştur. Toksik metallere arsenik ve cıva ise tarak dokularında tespit edilememiştir. Kadmiyum ve kurşun ise kas dokusunda tespit edilememelerine rağmen, miktarları sınır değerlerin altında olsa da sindirim kesesinde tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağır metaller, çift kabuklular, esansiyel amino asitler, hedef dışı av, su ürünleri güvenliği.

*Sorumlu yazar:

Erdinç VESKE

Koyunculuk Araştırma Enstitüsü, Bandırma,
Balıkesir, Türkiye

✉: erdinc.veske@tarimorman.gov.tr

INTRODUCTION

Scallops are considered one of the palatable seafood products with low fat and high protein levels by consumers. The nutritional value of the essential amino acids, the high rate of the long-chained polyunsaturated fatty acids, highly digestible proteins and the mineral ingredients make the scallops a very beneficial food source (Manthey-Karl et al., 2015). With these benefits and the high consumer demand, several scallop species were evaluated in the seafood processing sector (Beaumont & Gjedrem, 2007; Biandolino et al., 2020), and the marketing of scallops in Europe has increased significantly in recent years (FAO, 2020). Thus, the high economic value of the scallops sustained them to become a subject of both fisheries and aquaculture studies (Barber & Blake, 2016). Although the procured quantity of scallops presents some declines in the last decade, 810 million tons of produced scallops were recorded in 2019. The trading value of the scallops was estimated to be 965 million USD in 2008, which increased to 1.65 billion USD in 2018 (FAO, 2017; 2020). According to FAO (2020), the total import value is expected to reach 2.5 billion USD within a decade.

The Mediterranean Sea has rich resources of economic scallop species such as *Pecten jacobaeus*, *Flexopecten glaber*, *Aequipecten opercularis* and *Mimachlamys varia* (Erdem et al., 2006). Among these species, the great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) is unique because it can be obtained from both captured and aquaculture operations (Beaumont & Gjedrem, 2007; FAO, 2020). This species is distributed from Eastern Atlantic to the Mediterranean Sea and lives at 0-500 m depth. The shell valves of the species are asymmetrical and have prominent 15-18 ribs arranged in radial (Palomares & Pauly, 2022). The ribs are usually fan-shaped, and these can be equal, or the front can be larger (Pechenik, 1996). The foot is small and byssus. Scallops are mostly hermaphrodites, and the sexual cycle spreads over the year (Mattei & Pellizzato, 1996; Palomares & Pauly, 2022). They find suitable mossy or rocky bottoms during the breeding season and create the ideal environment for spawning (Barnes, 1987). They usually live attached to a substrate by byssus threads. Many species can move short distances by suddenly opening and closing their shells. The anterior adductor muscle is shrunken. However, the posterior adductor muscle is quite large and consumed as food (Erdem et al., 2006; Serb, 2016). Adductor muscle has a high amount of omega-3 fatty acids, proteins and beneficial trace elements in adequate amounts (Krzynowek & Murphy, 1987; Tan et al., 2021). Although several comprehensive studies on the chemical compositions of other economic scallop species have been carried out for species of *Flexopecten glaber*, *Pecten maximus*, *Patinopecten yessoensis* (Krzynowek & Murphy, 1987;

Pazos et al., 1997; Li et al., 2010; Berik et al., 2017), studies on *P. jacobaeus* are limited. For the seafood sector, the nutrient composition and elemental contents are among the most important subjects to be assessed in the scallop species.

The main criteria in assessing seafood products are the nutritional quality of fresh scallops and any changes during the transportation, processing, and storage operations. Identifying the losses in the nutrition level of the food is a challenging issue, and the original nutritional composition and properties, as mentioned above, can be considered valuable tools for identifying adulterations that cause quality losses (Manthey-Karl et al., 2015). Besides, the chemical quality of the scallop species can be changed according to environmental conditions and gonadal development (Barnes, 1987; Pechenik, 1996; Barber & Blake, 2016). Therefore, it is vital to know the seasonal changes in the biochemical composition of the scallops. Another biochemical factor that directly affects benthic organisms is the element variations in the marine environment (Stankovic et al., 2014). Especially in recent years, rapid industrialization and environmental pollution caused by human activity endanger the food safety of the marine environment (Belcheva et al., 2007; Stankovic et al., 2014). Possible elemental contaminations in the environment affect the elemental composition of aquatic creatures, such as scallops that take elements directly from the water column as filter feeders (Bustamante & Miramand, 2005; Broadaway, 2012). Besides the Marine Strategy Framework Directive (MSFD, 2008/56/EC), the Task Group 9 report, which comprised the period between 2010-2020, stated that the cadmium, lead, and mercury levels in fish and other seafood should be monitored in future food security studies even if they were studied in the same species and location before (Swartenbroux et al., 2010). Besides, Krzysinski (2004) highlighted the significance of monitoring the cadmium levels in market products of scallops due to their digestive gland being located in the majority of entire cadmium compositions.

This study evaluated the seasonal nutrition content and trace metal composition of the great Mediterranean scallop *Pecten jacobaeus*, which is widely distributed in the Mediterranean and listed in high economic valued scallop species. The article's topic is very important for future food security studies since the consumption and production of species like *P. jacobaeus* show an increasing trend and thus could directly affect the seafood processing sector and human nutrition studies.

MATERIAL AND METHOD

Sampling Studies: The study material was selected as the great Mediterranean scallop, *Pecten jacobaeus*. Scallop individuals were obtained from bottom trawl

operations (cod-end mesh size 40 mm) as a by-catch between 2017 and 2018 (October, January, April and July) from 6 stations in the Gulf of Antalya, the Mediterranean Sea. Due to the migratory behaviour of the species from shallow to deep waters in cold seasons, scallops were collected from different stations. In Summer and Spring, scallops were collected from two stations, while in Autumn and Winter, they were found only in one station each season. Sampling stations are shown in Figure 1. In this research, 50 scallops were studied in each season.

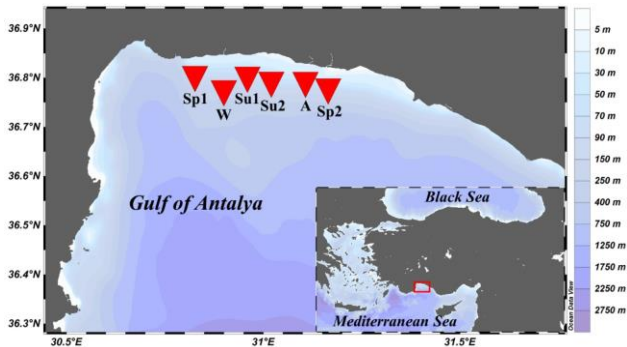


Figure 1. Sampling stations of the great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) A: The sampling station in autumn (36°47'26.16"N, 31°6'27.36"E), W: The sampling station in winter (36°46'24.24"N, 30°54'0.72"E), Sp1: The first sampling stations in spring (36°48'9.36"N, 30°49'36.84"E), Sp2: The second sampling stations in spring (36°46'37.92"N, 31°9'54.36"E), Su1: The first sampling station in summer (36°48'3.96"N, 30°57'35.64"E), Su2: The second sampling station in summer (36°47'27.24"N, 31°1'14.52"E). The sampling station map was drawn with Ocean Data View Software (ODV) (Schlitzer, 2015).

Determination of Growth Indices: Firstly, scallops were weighted with 0.001 precision, and the total weight (with shell) was determined. In the following, shell valves were removed, and whole fresh tissue, adductor muscle and gonadal tissue were weighed individually. Condition index (CI) was calculated according to Lucas & Beninger (1985), meat yield (MY) was calculated with the equation of Öztan (2005), and gonadosomatic index (GSI) was calculated according to Ricker (1975) as follows:

$$CI = (W_0/W_T) \times 100$$

W_0 : weight of whole fresh scallop tissues, W_T : total scallop weight with shells.

$$MY = (W_A/W_T) \times 100$$

W_A : weight of adductor muscle, W_T : total scallop weight with shells.

$$GSI = (W_G/W_T) \times 100$$

W_G : weight of gonad, W_T : total scallop weight with shells.

Determination of Proximate Composition: Proximate composition analyses were carried out seasonally in the adductor muscle, the edible part of the scallops. In moisture analysis, homogenized samples were weighed into petri plates, and samples were dehydrated at 100 °C for 24 hours in a drying oven. In crude ash analysis, weighed samples were burned with a muffle furnace at 600 °C for 6

hours until the samples were completely burned. Finally, moisture and crude ash contents were calculated according to AOAC (2000). Crude protein content was determined with the Kjeldahl procedure (AOAC, 2000). Samples were digested with H_2SO_4 and Kjeldahl catalyst containing selenium until the samples were completely hydrolyzed. Obtained samples were distilled with NaOH and titrated with 0.1 N HCl. In crude fat analysis, tissues were mixed with methanol-chloroform complex (2:1) for 12 hours for fat extraction. Finally, mixtures were evaporated with a vacuum evaporator at 55 °C, and crude fat content was calculated according to Folch et al. (1957).

Amino Acid Analysis: In amino acid analysis, the muscle tissue of the scallop was digested with 3.67 N HCl at 100 °C for 24 hours in a drying oven as a pre-treatment, according to Çankırılıgil et al. (2020). After digestion, hydrolysates were filtered with 0.45 µm PTFE syringe filters and diluted with deionized water as 10^{-1} . Filtrates were transferred into 2 ml amber vials, and derivatization was performed automatically with borate buffer, OPA and FMOC reagents in the Agilent HPLC system. According to Henderson et al. (2000), amino acid analyses were carried out. In amino acid separation, a C18 amino acid column (Zorbax Eclipse AAA) and a mobile phase consisted of 40 mM Na_2HPO_4 (A) adjusted to 7.8 pH and the mixture of MeOH:ACN:H₂O (45%:45%:10%) (B) were used. Gradient elution stages of the mobile phase were follows; A:100%, B:0% in 1.9 min, A:43%, B:57% in 18.1 min, A:0%, B:100% in 18.6 min, A:0%, B:100% in 22.3 min, A:100%, B:0% in 23.2 min, with 2 ml/min flow rate. The detection was performed with a diode array detector at two wavelengths, 338 nm for OPA bonded amino acids and 262 nm for FMOC bonded amino acids.

Trace Metal Analysis: Scallops are consumed as whole flesh tissue with all organs or as adductor muscle (Berik et al., 2017). In scallops, elements were primarily accumulated in the digestive gland, and the consumers digested this tissue in the first consumption option. Thus element analyses were carried out with adductor muscle and digestive gland to evaluate possible elemental risks caused by consuming options. Element analyses were carried out according to NMKL (2007). Also, the 9th task group of the Marine Strategy Framework Directive implications were applied to avoid secondary contaminations and perform standardized analysis (Swartenbroux et al., 2010). Firstly, tissue samples were digested with 7 ml HNO_3 in Milestone Ethos Easy microwave at 160 °C for 2 hours. Afterwards, obtained mixtures were filtered and diluted with deionized water (1:1). Finally, filtrates were analyzed by an inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) in Namik Kemal University, Central Research Laboratory. In analyses; arsenic (As), boron (B), cadmium (Cd), chromium (Cr), cobalt (Co), copper (Cu), lead (Pb), manganese (Mn),

mercury (Hg), nickel (Ni), tin (Sn) and zinc (Zn) contents were evaluated.

Data evaluation: All analyses were carried out in triplicate, and obtained data were expressed as mean value \pm standard error. The normality of the mean values was calculated with the Anderson-Darling test, while homogeneity was calculated with Levene Test. The one-way ANOVA method analyzed differences between mean values of growth characteristics, proximate composition parameters, amino acid, and trace element contents. The significance level was accepted as 0.05 (Zar, 1999). All statistical analyses were carried out by IBM SPSS Statistics 23 software.

RESULTS

Condition index (CI), meat yield (MY) and gonadosomatic index (GSI) of the great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) are shown in Table 1. CI and GSI were lowest in autumn, while they were found highest in the

summer. CI increased from $37.35 \pm 0.45\%$ to $42.42 \pm 0.51\%$, while GSI increased from $3.41 \pm 0.24\%$ to $10.24 \pm 0.52\%$ in the summer, similarly ($P < 0.05$). On the contrary, meat yield (MY), expressed as the ratio of the adductor muscle to the total weight, was lowest in the spring with $12.27 \pm 0.19\%$, while it was highest in the autumn with the ratio of $15.21 \pm 0.14\%$ ($P < 0.05$).

The proximate composition of the great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) is shown in Table 2. According to the results, *P. jacobaeus* has $78.16 \pm 0.30\%$ to 79.63 ± 0.36 moisture content in samples. The highest moisture was found in spring and summer, while the lowest was detected in autumn and spring. Similarly, crude ash ratios were highest and lowest in exact seasons, ranging from $1.22 \pm 0.02\%$ to $1.55 \pm 0.16\%$. The highest crude protein ratio was detected at $14.28 \pm 0.32\%$ in the autumn, and it was found to be lowest at $12.57 \pm 0.21\%$ in the spring. Crude fat ratios of the *P. jacobaeus* were found between $1.05 \pm 0.08\%$ and $2.03 \pm 0.11\%$. The highest crude fat was detected in spring, while the lowest was in autumn ($P < 0.05$).

Table 1. Some growth indices of great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) (%).

	Autumn	Winter	Spring	Summer
CI	37.35 ± 0.45^d	39.13 ± 0.42^c	40.51 ± 0.37^b	42.42 ± 0.51^a
MY	15.21 ± 0.14^a	14.36 ± 0.30^b	12.27 ± 0.19^c	13.98 ± 0.24^b
GSI	3.41 ± 0.24^d	6.32 ± 0.44^c	8.36 ± 0.63^b	10.24 ± 0.52^a

Values expressed as mean value (%) \pm standard error and different superscripts in a line represent statistical differences. MY: meat yield, CI: condition index, GSI: gonadosomatic index.

Table 2. Proximate composition of great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) muscle.

	Autumn	Winter	Spring	Summer
Moisture	78.41 ± 0.34^b	78.16 ± 0.30^b	79.42 ± 0.41^a	79.63 ± 0.36^a
Protein	14.28 ± 0.32^a	13.68 ± 0.18^{ab}	12.57 ± 0.21^c	13.45 ± 0.24^b
Fat	1.05 ± 0.08^d	1.45 ± 0.05^c	2.03 ± 0.11^a	1.77 ± 0.06^b
Ash	1.26 ± 0.04^b	1.22 ± 0.02^b	1.38 ± 0.10^a	1.55 ± 0.16^a

Values expressed as mean value (%) \pm standard error and different superscripts in a line represent statistical differences.

The seasonal amino acid composition of the great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) adductor muscle is shown in Table 3. Asparagine (Asn) and glutamine (Gln) which can be found as aspartic acid (Asp) and glutamic acid (Glu) in the analysis, were evaluated together as Asp+Asn and Glu+Gln. Besides, these amino acids were the most abundant in the *P. jacobaeus* muscle tissue. All essential amino acids were found in the *P. jacobaeus* muscle tissue in all seasons. The highest essential amino acids were detected as lysine, threonine and leucine, with amounts greater than 1 g/100g in all seasons. Besides, *P. jacobaeus* has considerable valine, methionine, phenylalanine, isoleucine and histidine. Amongst all detected 18 amino acids, the lowest one was found as tryptophan in the range of 0.022 ± 0.004 g/100g to 0.031 ± 0.006 g/100g. Thus, no statistical differences were determined in the tryptophan contents between seasons ($P > 0.05$). Similarly, threonine contents were statistically the same between seasons ($P > 0.05$). However, most of the amino acids decreased from autumn to summer. In autumn, the amounts of histidine, glycine, alanine, tyrosine, cysteine, valine, methionine, phenylalanine and isoleucine were found as highest, and they were decreased until summer ($P < 0.05$). On the contrary, serine and lysine were the only amino acids

that increased from autumn to summer. Finally, total amino acid content was highest in the autumn with the content of 15.047 ± 0.57 g/100g, and it was found to be lowest in the summer at 13.313 ± 0.81 g/100g, with gradually reducing throughout the year ($P < 0.05$).

Seasonal trace metal contents of great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) are shown in Table 4. Results were expressed as adductor muscle and digestive gland, considering two consumption options. According to the results, the most abundant trace metals were detected as zinc (Zn), manganese (Mn), boron (B), copper (Cu), nickel (Ni) and chromium (Cr), respectively. Thus, these elements were found in all tissues, while cadmium (Cd) and lead (Pb) were detected only in the digestive gland. However, Arsenic (As), cobalt (Co), mercury (Hg) and tin (Sn) were detected in neither adductor muscle nor digestive gland. Zn, B and Cr contents increased from autumn to summer, reaching the highest values in adductor muscle ($P < 0.05$). On the contrary, they were found lowest in summer sampling in the digestive gland ($P < 0.05$). In the summer, Cu, Mn and Ni contents were lowest in the adductor muscle and digestive gland ($P < 0.05$). The toxic metals, Cd and Pb, detected only in the digestive gland, were

highest in the summer (P<0.05). Cd amounts ranged from 0.055±0.007 g/100g to 0.119±0.008 g/100g, while Pb contents were found between 0.018±0.001 g/100g and 0.028±0.002 g/100g.

Table 3. Seasonal amino acid compositions of great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) adductor muscle (g/100g).

Amino acids	Autumn	Winter	Spring	Summer
ASP+ASN	2.194±0.033 ^b	2.223±0.038 ^{ab}	2.278±0.039 ^a	2.026±0.050 ^c
GLU+GLN	1.851±0.021 ^b	2.096±0.074 ^a	1.764±0.034 ^c	1.620±0.049 ^d
SER	0.292±0.024 ^c	0.311±0.021 ^c	0.387±0.017 ^b	0.538±0.042 ^a
HIS	0.594±0.011 ^a	0.552±0.019 ^b	0.419±0.020 ^c	0.407±0.017 ^c
GLY	1.139±0.025 ^a	1.113±0.051 ^{ab}	1.099±0.056 ^{ab}	1.010±0.046 ^b
THR	1.556±0.064 ^a	1.526±0.080 ^a	1.484±0.071 ^a	1.493±0.056 ^a
ALA	0.341±0.024 ^a	0.323±0.019 ^a	0.260±0.015 ^b	0.205±0.022 ^c
TYR	1.179±0.015 ^a	1.123±0.021 ^b	1.155±0.023 ^{ab}	0.902±0.025 ^c
CYS	0.258±0.012 ^a	0.186±0.013 ^b	0.176±0.020 ^b	0.154±0.09 ^c
VAL	0.520±0.025 ^a	0.510±0.018 ^a	0.426±0.021 ^b	0.366±0.029 ^c
MET	0.642±0.041 ^a	0.594±0.035 ^a	0.459±0.034 ^b	0.493±0.031 ^b
TRP	0.025±0.005 ^a	0.022±0.004 ^a	0.031±0.006 ^a	0.025±0.004 ^a
PHE	0.738±0.031 ^a	0.662±0.039 ^b	0.529±0.042 ^c	0.500±0.033 ^c
ISO	0.524±0.020 ^a	0.506±0.018 ^a	0.401±0.014 ^b	0.385±0.017 ^b
LEU	1.389±0.067 ^a	1.261±0.057 ^b	1.111±0.054 ^c	1.277±0.063 ^b
LYS	1.806±0.078 ^{ab}	1.730±0.079 ^b	1.675±0.061 ^b	1.911±0.054 ^a
TAA	15.047±0.57^a	14.738±0.69^b	13.655±0.35^c	13.313±0.81^d

Values expressed as mean value (g/100g) ± standard error and different superscripts in a line represent statistical differences. ASP: aspartic acid, ASN: asparagine, GLU: glutamic acid, GLN: glutamine, SER: serine, HIS: histidine, GLY: glycine, THR: threonine, ALA: alanine, TYR: tyrosine, CYS: cysteine, VAL: valine, MET: methionine, TRP: tryptophan, PHE: phenylalanine, ISO: isoleucine, LEU: leucine, LYS: lysine, TAA: total amino acids.

DISCUSSION AND CONCLUSION

In scallops, gonadal development and reproduction can affect species or environmental conditions (Barber & Blake, 2016; Genez et al., 2015). The scallop species' reproduction period starts from April to September in the Mediterranean Sea (Barber & Blake, 2016; Marceta et al., 2016). Most reproduction occurs mid-summer, especially in July and August (Marceta et al., 2016). In our research, gonadosomatic index (GSI) values indicate gonadal development, regularly increasing throughout the year and are found to be highest in the summer as expected (P<0.05). In parallel with gonadal development, the scallop's total flesh weight also increases, which causes an increase in the condition index till summer (P<0.05). The meat yield decreases towards the reproduction period due to the area covered by the muscle tissue being relatively less by the enlargement of the gonads (P<0.05).

Condition index, meat yield and gonadosomatic index are essential parameters to evaluate the commercial quality of scallops, and they directly correlated with the nutritional changes in the scallop tissues during reproduction (Berik & Çankırılıgil, 2013; Biandolino et al., 2020; Orban et al., 2002).

Scallops are beneficial nutritional profiles in lipids and protein ratios, especially in the adductor muscle, which presents a healthier nutritional profile than the whole flesh scallop (Berik et al., 2017; Prato et al., 2018). The muscle of scallop species has approximately 75–80% moisture (Manthey-Karl et al., 2015), while they have moderate protein and low-fat contents (Berik et al., 2017; Biandolino et al., 2020; Prato et al., 2018), similar to our results. In spring, crude fat content increased to 2.03±0.11% at its highest and decreased parallel with the reproduction period. In scallops, energy values originating from macromolecules just as lipids, carbohydrates, and proteins increase just before reproduction due to the high energy requirement needed for gametogenesis (Barber & Blake, 2016; Marceta et al., 2016; Telahigue et al., 2013a). Significantly crude fat content can be increased in the muscle tissue, and those lipids are used to compensate for energy demand caused by gametogenesis (Berik & Çankırılıgil, 2013; Telahigue et al., 2013a; Telahigue et al., 2013b). Besides, total energy gained by the gonads came from adductor muscle in the ratio of 63-99% and caused degradation of the protein ratio in the scallops (Brokordt et al., 2000).

Table 4. Seasonal trace metal contents of great Mediterranean scallop (*Pecten jacobaeus*) (g/100g).

	Adductor Muscle				Digestive Gland			
	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer
As	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
B	0.316±0.008 ^b	0.327±0.007 ^b	0.346±0.010 ^a	0.338±0.007 ^a	0.267±0.005 ^a	0.251±0.006 ^β	0.249±0.005 ^β	0.237±0.006 ^γ
Cd	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.067±0.012 ^β	0.055±0.007 ^β	0.104±0.011 ^α	0.119±0.008 ^α
Co	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Cr	0.008±0.001 ^b	0.009±0.001 ^{ab}	0.011±0.001 ^a	0.010±0.001 ^{ab}	0.017±0.001 ^β	0.020±0.002 ^{αβ}	0.023±0.002 ^α	0.018±0.002 ^β
Cu	0.056±0.003 ^a	0.050±0.002 ^b	0.048±0.002 ^b	0.039±0.003 ^c	0.185±0.009 ^a	0.169±0.006 ^β	0.179±0.007 ^{αβ}	0.155±0.004 ^γ
Hg	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Mn	0.357±0.004 ^b	0.374±0.006 ^a	0.346±0.005 ^c	0.334±0.004 ^d	0.843±0.011 ^β	0.851±0.013 ^β	0.809±0.007 ^γ	0.913±0.010 ^α
Ni	0.025±0.002 ^b	0.027±0.001 ^a	0.036±0.002 ^a	0.019±0.001 ^c	0.062±0.002 ^β	0.052±0.003 ^γ	0.074±0.002 ^a	0.059±0.003 ^γ
Pb	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0.018±0.001 ^γ	0.022±0.002 ^β	0.026±0.002 ^{αβ}	0.028±0.002 ^α
Sn	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Zn	3.152±0.039 ^b	3.051±0.032 ^c	3.225±0.042 ^a	3.271±0.044 ^a	2.987±0.031 ^α	2.963±0.047 ^α	2.846±0.040 ^β	2.856±0.033 ^β

Values are expressed as mean (g/100g), and different superscripts in a row (a, b, c, d for muscle and α, β, γ for the digestive gland) indicates statistical differences (P<0.05). The LOD values were given for the elements below the detection limits.

According to amino acid analyses, 18 amino acids were detected in the adductor muscle. Among these amino acids, asparagine (Asn) and glutamine (GLN) can be digested into aspartic acid (Asp) and glutamic acid (Glu), respectively, with the high heat and low pH conditions in the pre-treatment of the amino acid analysis (Varlık et al., 2004; Çankırılıgil et al., 2020). Thus, they were evaluated as Asp+Asn and Glu+Gln to get more acquired results. In this research, Asp+Asn, Glu+Gln, lysine, threonine, and leucine were highest in the adductor muscle. These amino acids were also found high in similar studies focused on the other economic scallop species such as *Chlamys nobilis*, *Flexopecten glaber*, and *Mizuhopecten yessoensis* (Hao et al., 2015; Han et al., 2019; Vural & Acarli, 2021; Li et al., 2022). These amino acids are generally detected in high amounts in seafood and are responsible for the taste (Erkan et al., 2011; Kumar et al., 2011). Tryptophan is also very vulnerable to high temperature and low pH and may be lost entirely in the analysis (Cuq & Firedman, 1989). Therefore, tryptophan was the lowest amino acid in the scallop muscle in all seasons. All other essential amino acids except tryptophan, such as threonine, valine, methionine, phenylalanine, isoleucine, leucine, lysine and histidine, were detected in all groups. However, the majority of the essential amino acids and total amino acid content were decreased throughout the summer. The decrease in the protein and amino acids can explain gametogenesis (Brokordt et al., 2000; Telahigue et al., 2013a). Brokordt et al. (2000) stated that gonadal development could cause the reproduction expense of muscle protein in the scallops. That is why the crude protein and total amino acid contents were degraded during the reproduction period of *P. jacobaeus* ($P<0.05$). On the contrary, serine increased parallel with gametogenesis and was detected approximately 1.8 times higher in summer than in autumn ($P<0.05$). According to Zandee et al. (1980)'s research on *Mytilus galloprovincialis*, serine was detected at the highest amount in summer, while glycine and aspartic acid were found as the lowest, similar to our results. This situation is explained by the bivalves adapting to changing seasonal environmental conditions by giving an osmoregulatory response (Zandee et al., 1980). Besides, Yao et al. (2020) state that amino acids can supply energy during such adaptation. It is also expected that glycine amount will increase while serine decrease due to glycine synthesis from stored carbohydrates from serine caused by long-term starvation (Zandee et al., 1980). The opposite situation indicates the presence of protein-rich food in the marine environment (Allen, 1961; Zandee et al., 1980). So, it can be said that sampling stations have adequate nutrient sources for scallop growth and reproduction rather than any nutrient shortage.

Scallops are suspended feeders that live in the seabed in a semi-buried form of benthos. Primary production directly affects the feeding mechanism of the scallops with the changing environmental parameters such as riverine inputs, a quantity of light penetration, and the currents in a coastal ecosystem (Rossi et al., 2004). Phytoplankton is the essential diet component of the scallops; however, other sources such as suspended and sedimentary particulate organic matter, bacterial community, microphytobenthic organisms, and zooplankton can also become significant elements for the diet composition (Egzeta-Balic et al., 2012; Pechenik, 1996). Scallop species accumulate metals in tissues through their feeding strategy, especially some toxic elements, particularly cadmium, even in clean environments (Francesconi et al., 1993; Uthe & Chou, 1987). The accumulation of the metals pertains to tissues for scallop species, and each can differ in metal toxicity (Nardi et al., 2018). In our research, a similar element accumulation pattern was observed. Except for Zn and B, elements were detected higher in the digestive gland than in adductor muscle ($P<0.05$). Cr, Cu, Mn, and Ni accumulated approximately 2 to 4 times higher in the digestive gland than in muscle tissue ($P<0.05$). However, Zn and B were detected in lower values in the digestive gland ($P<0.05$), especially in the spring and summer when reproduction takes place. In reproduction season, Zn and B were found to be lowest in the digestive gland and highest in the adductor muscle ($P<0.05$). Zinc is one of the highest trace metals existing in the scallop species (Pan & Wang, 2008), and it primarily accumulated in the gonadal tissue in the reproduction period (Greig et al., 1978). Besides, the scallop's muscle tissue is a rich source of boron (Berik et al., 2017), and boron content can be increased with elevated water temperatures (Tate et al., 2017). Thus, Zn and B were taken by feeding and may have been used for reproduction parallel with growing, while stored elements in muscle tissue may not have been needed. In future studies, elemental accumulations of other tissues such as gonad, gill and mantle should be examined to make further comments on these accumulation patterns. Therefore, the quantity of the accumulated metal content in tissue can increase with the growth of the scallops (Belcheva et al., 2006). In our research, Cd and Pb have detected only the digestive gland. They were accumulated in the digestive gland parallel with scallop growth until summer ($P<0.05$). Similarly, Berik et al. (2017) stated that the scallop's muscle tissue was rich in beneficial macro and microelements, while toxic metals were found below the acceptable limits stated by the legislation. However, it was determined that the digestive gland contains 300 times more cadmium than muscle tissue (Berik et al., 2017). Besides, Prato et al. (2008) stated that cadmium is the

primary toxic metal that can accumulate in high amounts in the scallop species. Belcheva et al. (2006) reported that cadmium and calcium intakes are related; therefore, excess cadmium can be found in the scallop digestive tissues. Thus, to reduce elemental risks and ensure food safety, scallops should be consumed as only adductor muscle after the digestive gland and other organs are separated (Belcheva et al., 2006; Berik & Çankırılıgil, 2013; Berik et al., 2017).

In conclusion, the results of our study showed that *P. jacobaeus* is an important marine food source with essential amino acids in ideal proportions and low fat and moderate protein ratios. Besides, scallop muscle tissue has some beneficial microelements such as Zn, B and Mn in significant amounts. Toxic metals, Cd, Pb, Hg, and As, were not detected in adductor muscle, while Cd and Pb were detected in the digestive gland. Cd and Pb content of the digestive glands were found below the legal limits, but it is safer to consume the scallops solely as an adductor muscle after removing the digestive gland. Although there is a decrease in some amino acids and trace elements depending on the breeding period, scallops were evaluated as quite nutritious, especially in winter and autumn.

ETHICAL STATEMENT

Since bivalves are invertebrates, ethics committee approval is not required within the scope of the "Regulation on the Welfare and Protection of Aquatic Vertebrates Used for Scientific Purposes". However, all studies were carried out according to the principles of ARRIVE (Animal Research: Reporting of in Vivo Experiments) and the ethical rules specified in the European Union's directive no: 2010/63/EU.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Assoc. Prof. Dr Nazlı KASAPOĞLU for her assistance in obtaining the samples.

REFERENCES

- Allen, K. (1961). Amino acids in the mollusca. *Integrative and Comparative Biology*, *1*(2), 253-261. DOI: [10.1093/icb/1.2.253](https://doi.org/10.1093/icb/1.2.253)
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of the AOAC International*, 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, USA.
- Barber, B.J. & Blake, N.J. (2016). Reproductive Physiology. In: Shumway, S.E. & Parsons, J.G. (Ed), *Scallops: Biology, Ecology, Aquaculture, and Fisheries*, 253-300p, Elsevier, Oxford, UK.
- Barnes, R. (1987). *Intervebrate zoology*, 5th ed., Saunders College Publishing, Philadelphia, USA, 893p.
- Beaumont, A. & Gjedrem, T. (2007). Scallops - *Pecten maximus* and *P. jacobaeus*. In: Svåsand, T., Crosetti, D., García-Vázquez, E. & Verspoor, E. (Ed), *Evaluation of genetic impact of aquaculture activities on native populations*, 83-90p, Genimpact Final Scientific Report. <http://genimpact.imr.no/> (15 March 2022).
- Belcheva, N.N., Zakhartsev, M., Silina, A.V., Slinko, E.N. & Chelomin, V.P. (2006). Relationship between shell weight and cadmium content in whole digestive gland of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* (Jay). *Marine Environmental Research*, *61*(4), 396-409. DOI: [10.1016/j.marenvres.2005.12.001](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2005.12.001)
- Berik, N. & Çankırılıgil, E.C. (2013). Determination of proximate composition and sensory attributes of scallop (*Flexopecten glaber*) gonads. *Marine Science and Technology Bulletin*, *2*(2), 5-8.
- Berik, N., Çankırılıgil, E.C. & Gül, G. (2017). Mineral content of smooth scallop (*Flexopecten glaber*) caught Canakkale, Turkey and evaluation in terms of food safety. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, *42*, 97-102. DOI: [10.1016/j.jtemb.2017.04.011](https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.04.011)
- Biandolino, F., Parlapiano, I., Grattagliano, A., Fanelli, G. & Prato, E. (2020). Comparative characteristics of percentage edibility, condition index, biochemical constituents and farmed scallops (*Flexopecten glaber*). *Water*, *12*(6), 1777. DOI: [10.3390/w12061777](https://doi.org/10.3390/w12061777)
- Broadaway, B.J. (2012). *The relation among essential habitat, ocean acidification, and calcification on the Nantucket Bay scallop (Argopecten irradians)*. University of Massachusetts Boston, Department of Environmental Sciences, Boston, USA, 64p.
- Brokordt, K.B., Himmelman, J.H. & Guderley, H.E. (2000). Effect of reproduction on escape responses and muscle metabolic capacities in the scallop *Chlamys islandica* Müller 1776. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *251*(2), 205-225. DOI: [10.1016/S0022-0981\(00\)00215-X](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00215-X)
- Bustamante, P. & Miramand, P. (2005). Subcellular and body distributions of 17 trace elements in the variegated scallop *Chlamys varia* from the French coast of the Bay of Biscay. *Science of the Total Environment*, *337*(1-3), 59-73. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2004.07.004](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.07.004)
- Çankırılıgil, E.C., Berik, N. & Alp Erbay, E. (2020). Optimization of hydrolization procedure for amino acid analysis in fish meat with HPLC-DAD by response surface methodology (RSM). *Eye Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *37*(2), 113-123. DOI: [10.12714/egejfas.37.2.01](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.2.01)
- Cuq, J.L. & Firedman, M. (1989). Effect of Heat on Tryptophan in Food: Chemistry, Toxicology, and Nutritional Consequences. In: Friedman, M. (Ed), *Absorption and Utilization of Amino Acids: Volume 3*, 103-128p, Taylor & Francis, Boca Raton, USA.
- Egzeta-Balic, D., Najdek, M., Peharda, M. & Blazina, M. (2012). Seasonal fatty acid profile analysis to

- trace origin of food sources of four commercially important bivalves. *Aquaculture*, **334**, 89-100. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2011.12.041](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.12.041)
- Erdem, Ü., Başusta, N. & Türeli, C. (2006).** *Su Omurgasızları*. Nobel Pressing, Ankara, Türkiye, 281p.
- Erkan, N., Özden, Ö. & Ulusoy, Ş. (2011).** Seasonal micro- and macro-mineral profile and proximate composition of oyster (*Ostrea edulis*) analyzed by ICP-MS. *Food Analytical Methods*, **4**, 35-40. DOI: [10.1007/s12161-010-9128-6](https://doi.org/10.1007/s12161-010-9128-6)
- FAO. (2017).** *FAO Global Capture Production database updated to 2015 Summary information*. Fisheries and Aquaculture Department. <http://www.fao.org/3/a-br186e.pdf> (15 March 2022).
- FAO. (2020).** *FAOSTAT Statistical Database*. <https://www.fao.org/statistics/en/> (15 March 2022).
- Folch, J., Lees, M. & Sladane-Stanley, G.H.A. (1957).** Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, **226**, 497-509.
- Francesconi, K.A., Moore, E.J. & Joll, L.M. (1993).** Cadmium in the saucer scallop, *Amusium balloti*, from Western Australian waters: Concentrations in adductor muscle and redistribution following frozen storage. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, **44**(6), 787-797.
- Genez, P., Önal, U. & Gezen, M.R. (2015).** Comparison of gametogenic cycles of the endemic European carpet shell clam *Ruditapes decussatus*) and the introduced Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) from a temperate coastal Mediterranean lagoon in the Dardanelles, Turkey. *Journal of Shellfish Research*, **34**(2), 337-345. DOI: [10.2983/035.034.0216](https://doi.org/10.2983/035.034.0216)
- Greig, R.A., Wenzloff, D.R., Mackenzie, C.L., Merrill, A.S. & Zdanowicz, V.S. (1978).** Trace metals in sea scallops *Placopecten magellanicus*, from eastern United States. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **19**(1), 326-333.
- Han, J.R., Tang, Y., Li, Y., Shang, W.H., Yan, J.N., Du, Y.N., Wu, H.T., Zhu, B.W. & Xiong, Y.L. (2019).** Physiochemical properties and functional characteristics of protein isolates from the scallop (*Patinopecten yessoensis*) gonad. *Journal of Food Science*, **84**(5), 1023-1034. DOI: [10.1111/1750-3841.14598](https://doi.org/10.1111/1750-3841.14598)
- Hao, Z., Yang, L., Zhan, Y., Tian, Y., Ding, J., Pang, Y. & Chang, Y. (2015).** Biochemical components of different colored strains of cultured Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) under different cultivation systems. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, **67**, 1-8. DOI: [10.46989/001c.20697](https://doi.org/10.46989/001c.20697)
- Henderson, J.W., Ricker, R.D., Bidlingmeyer, B.A. & Woodward, C. (2000).** *Rapid, Accurate, Sensitive, and Reproducible HPLC Analysis of Amino Acids*. Agilent Technologies.
- Kruzynski, G.M. (2004).** Cadmium in oysters and scallops: the BC experience. *Toxicology Letters*, **148**, 159-169. DOI: [10.1016/j.toxlet.2003.10.030](https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2003.10.030)
- Krzynowek, J. & Murphy, J. (1987).** Proximate composition, energy, fatty acid, sodium, and cholesterol content of finfish, shellfish, and their products. *NOAA Technical Report NMFS*, **55**(July), 53. <http://spo.nmfs.noaa.gov/tr55opt.pdf> (15 March 2022).
- Kumar, V., Rani, A., Goyal, L., Pratap, D., Billore, S.D. & Chauhan, G.S. (2011).** Evaluation of vegetable-type soybean for sucrose, taste-related amino acids, and isoflavones contents. *International Journal of Food Properties*, **14**(5), 1142-1151. DOI: [10.1080/10942911003592761](https://doi.org/10.1080/10942911003592761)
- Li, N., Hu, J., Wang, S., Cheng, J., Hu, X., Lu, Z., Lin, Z., Zhu, W. & Bao, Z. (2010).** Isolation and identification of the main carotenoid pigment from the rare orange muscle of the Yesso scallop. *Food Chemistry*, **118**(3), 616-619. DOI: [10.1016/j.foodchem.2009.05.043](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.043)
- Li, X., Li, N., Zhao, L., Shi, J., Wang, S., Ning, X., Li, Y. & Hu, X. (2022).** Tissue distribution and seasonal accumulation of carotenoids in Yesso scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) with orange adductor muscle. *Food Chemistry*, **367**, 130701. DOI: [10.1016/j.foodchem.2021.130701](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130701)
- Lucas, A. & Beninger, P.G. (1985).** The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, **44**(3), 187-200. DOI: [/10.1016/0044-8486\(85\)90243-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90243-1)
- Manthey-Karl, M., Lehmann, I., Ostermeyer, U., Rehbein, H. & Schröder, U. (2015).** Meat composition and quality assessment of king scallops (*Pecten maximus*) and frozen Atlantic sea scallops (*Placopecten magellanicus*) on a retail level. *Foods*, **4**(4), 524-546. DOI: [10.3390/foods4040524](https://doi.org/10.3390/foods4040524)
- Marceta, T., Da Ros, L., Marin, Maria Gabriella Codognotto, F.V. & Bressan, M. (2016).** Overview of the biology of *Flexopecten glaber* in the North Western Adriatic Sea (Italy): A good candidate for future shellfish farming aims? *Aquaculture*, **462**(1), 80-91. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2016.04.036](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.04.036)
- Mattei, N. & Pellizzato, M. (1996).** A population study on three stocks of a commercial Adriatic pectinid. *Fisheries Research*, **26**(1, 2), 49-65. DOI: [10.1016/0165-7836\(95\)00413-0](https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00413-0)
- Nardi, A., Benedetti, M., Fattorini, D. & Regoli, F. (2018).** Oxidative and interactive challenge of cadmium and ocean acidification on the smooth scallop *Flexopecten glaber*. *Aquatic Toxicology*, **196**, 53-60. DOI: [10.1016/j.aquatox.2018.01.008](https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.01.008)
- NMKL. (2007).** *Nordic Committee on Food Analysis*, Method No: 186.
- Orban, E., Di Lena, G., Nevigato, T., Casini, I., Marzetti, A. & Caproni, R. (2002).** Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian

- sites. *Food Chemistry*, **77**(1), 57-65. DOI: [10.1016/S0308-8146\(01\)00322-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00322-3)
- Öztan, A. (2005).** *Et bilimi ve teknolojisi*, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Ankara, Türkiye, 495.
- Palomares, M. & Pauly, D. (2022).** *SeaLifeBase*, data taken from SeaLifeBase by Ref. 356 and Ref. 437. <https://www.sealifebase.ca/summary/Pecten-jacobaeus.html> (15 March 2022).
- Pan, K. & Wang, W.X. (2008).** Allometry of cadmium and zinc concentrations and bioaccumulation in the scallop *Chlamys nobilis*. *Marine Ecology Progress Series*, **365**, 115-126. DOI: [10.3354/MEPS07451](https://doi.org/10.3354/MEPS07451)
- Pazos, J.A., Román, G., Acosta, C.P., Abad, M. & Sánchez, J.L. (1997).** Seasonal changes in condition and biochemical composition of the scallop *Pecten maximus* L. from suspended culture in the Ria de Arousa (Galicia, N.W. Spain) in relation to environmental conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **211**(2), 169-193. DOI: [10.1016/s0022-0981\(96\)02724-4](https://doi.org/10.1016/s0022-0981(96)02724-4)
- Pechenik, J. (1996).** *Biology of the Intervebrates, 7th ed.*, Brown Publishers, Iowa, USA, 624p.
- Prato, E., Biandolino, F., Parlapiano, I., Papa, L., Kelly, M. & Fanelli, G. (2018).** Bioactive fatty acids of three commercial scallop species. *International Journal of Food Properties*, **21**(1), 519-532. DOI: [10.1080/10942912.2018.1425703](https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1425703)
- Ricker, W.E. (1975).** *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*, *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, **191**, Ottawa, Canada, 382p.
- Rossi, F., Herman, P.M.J. & Middelburg, J.J. (2004).** Interspecific and intraspecific variation of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ in deposit- and suspension-feeding bivalves (*Macoma balthica* and *Cerastoderma edule*): Evidence of ontogenetic changes in feeding mode of *Macoma balthica*. *Limnology and Oceanography*, **49**(2), 408-414. DOI: [10.2307/3597851](https://doi.org/10.2307/3597851)
- Schlitzer, R. (2015).** Ocean Data View. <http://odv.awi.de>. (1 April 2022).
- Serb, J. (2016).** Reconciling morphological and molecular approaches in developing a phylogeny for the Pectinidae (Mollusca: Bivalvia). *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, **40**, 1-29. DOI: [10.1016/B978-0-444-62710-0.00001-8](https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62710-0.00001-8)
- Stankovic, S., Jovic, M., Stankovic, A.R. & Katsikas, L. (2014).** Heavy Metals in Seafood Mussels. Risks for Human Health. In: Lichtfouse, E., Schwarzbauer, J. & Robert, D. (Ed), *Environmental Chemistry for a Sustainable World: Volume 1: Nanotechnology and Health Risk*, 311-373p, Springer, New York, USA.
- Swartenbroux, F., Albajedo, B., Angelidis, M., Aulne, M., Bartkevics, V., Besada, V., Bignert, A., Bitterhof, A., Hallikainen, A., Hoogenboom, R., Jorhem, L., Jud, M., Law, R., Licht Cederberg, D., MCGovern, E., Miniero, R., Schneider, R., Velikova, V., Verstraete, F., Vinas, L. & Vlad, S. (2010).** Contaminants in Fish and Other Seafood. In: Piha, H. (Ed), *Marine Strategy Framework Directive*, Publications Office of the European Union, EUR 24339, EN, Luxembourg, JRC58103.
- Tan, K., Zhang, H., Li, S., Ma, H. & Zheng, H. (2021).** Lipid nutritional quality of marine and freshwater bivalves and their aquaculture potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-25. DOI: [10.1080/10408398.2021.1909531](https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1909531)
- Tate, R.D., Benkendorff, K., Ab Lah, R. & Kelaher, B.P. (2017).** Ocean acidification and warming impacts the nutritional properties of the predatory whelk, *Dicathais orbita*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **493**, 7-13. DOI: [10.1016/j.jembe.2017.03.006](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.03.006)
- Telahigue, K., Hajji, T., Rabeh, I. & Cafsi, E.L. (2013a).** The effect of starvation on the biochemical composition of the digestive gland, the gonads and the adductor muscle of the scallop *Flexopecten glaber*. *Food and Nutrition Sciences*, **4**(4), 405-413. DOI: [10.4236/fns.2013.44052](https://doi.org/10.4236/fns.2013.44052)
- Telahigue, K., Rabeh, I., Hajji, T., Ghazali, N., Romdhane, M.S. & Cafsi, E.L. (2013b).** Effects of a mono-algal diet and starvation on the lipid classes of the digestive gland of the scallop. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, **15**, 71-81.
- Uthe, F. & Chou, L. (1987).** Cadmium in sea scallop *Piacopecten magellanicus* tissues from clean and contaminated areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **44**, 91-98. DOI: [10.1139/f87-011](https://doi.org/10.1139/f87-011)
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. & Baygar, T. (2004).** *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. İstanbul University Publishing (No 4465), İstanbul, Türkiye, 491p.
- Vural, P. & Acarli, S. (2021).** Monthly variations of protein and amino acid composition of the smooth scallop *Flexopecten glaber* (Linnaeus 1758) in the Çardak Lagoon (Lapseki-Çanakale). *Cahiers de Biologie Marine*, **62**(3), 195-204. DOI: [10.21411/CBM.A.C79D153B](https://doi.org/10.21411/CBM.A.C79D153B)
- Yao, H., Li, X., Tang, L., Wang, H., Wang, C., Mu, C. & Shi, C. (2020).** Metabolic mechanism of the mud crab (*Scylla paramamosain*) adapting to salinity sudden drop based on GC-MS technology. *Aquaculture Reports*, **18**, 100533. DOI: [10.1016/j.aqrep.2020.100533](https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100533)
- Zandee, D.I., Kluytmans, J.H., Zurburg, W. & Pieters, H. (1980).** Seasonal variations in biochemical composition of *Mytilus edulis* with reference to energy metabolism and gametogenesis. *Netherlands Journal of Sea Research*, **14**(1), 1-29. DOI: [10.1111/j.1745-4522.1993.tb00238.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.1993.tb00238.x)
- Zar, J. (1999).** *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Michigan, USA, 663p.



The Effect of Season and Feed Withdrawal Duration on Meat Quality Characteristics of Broiler Chicken in Commercial Slaughter Conditions ^[*]

Bahri ÇOLAK¹ Bülent TEKE^{2*}

¹ Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Ulubey Directorate of District Agriculture and Forestry, Ordu, Türkiye

² Ondokuz Mayıs University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Breeding and Husbandry, Samsun, Türkiye

Geliş/Received: 05.05.2022

Kabul/Accepted: 06.07.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Çolak, B. & Teke, B. (2022). The Effect of Season and Feed Withdrawal Duration on Meat Quality Characteristics of Broiler Chicken in Commercial Slaughter Conditions. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 367-373.

Atf yapmak için: Çolak, B. & Teke, B. (2022). Ticari Kesim Koşullarında Etlik Piliçlerde Mevsim ve Açlık Süresinin Et Kalite Özelliklerine Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 367-373.

<https://orcid.org/0000-0002-1091-643X>
 <https://orcid.org/0000-0002-7567-921X>

***Corresponding author's:**

Bülent TEKE
Ondokuz Mayıs University, Faculty of
Veterinary Medicine, Department of Animal
Breeding and Husbandry, Samsun, Türkiye
 bulentteke@gmail.com

Abstract: The aim of the study was to determine the effect of season and withdrawal duration on meat quality characteristics of broiler chicken in commercial slaughter conditions. The study was carried out on Ross 308 broiler chickens reared under similar commercial conditions from two different seasons (autumn and winter) and three different withdrawal duration (8, 10 and 12 hours). A total of 180 broilers, 10 samples per transport distance were randomly selected to determine meat quality characteristics, (2 seasons × 3 withdrawal durations × 10 samples × 3 repeats). Meat colour parameters, pH₄, pH₂₄, drip loss and cooking loss were determined. In this study, pH₄ value increased (p<0.001) and L*₂₄ value decreased (p<0.001) as the withdrawal duration increased. Broiler chicken transported in winter had more dark, red and yellow meat colour than autumn season. As the withdrawal duration increased, the differences between two seasons about meat quality characteristics increased (L*₀, L*₂₄, a*₀, a*₂₄, b*₀, b*₂₄). In addition, as the withdrawal duration increased sensor characteristics of broiler chicken meat increased. In conclusion, the withdrawal duration and season affected significantly meat quality characteristics. The adverse effect occurred especially during winter condition and long withdrawal duration. Cold weather condition and long withdrawal duration result in increased pH meat but the increase did not cause the DFD meat. Therefore it is recommended that up to 12 hours of withdrawal duration can be applied to broiler chickens not only in autumn conditions but also in winter conditions.

Keywords: Broiler, meat quality, season, sensory analysis, withdrawal duration.

Ticari Kesim Koşullarında Etlik Piliçlerde Mevsim ve Açlık Süresinin Et Kalite Özelliklerine Etkisi

Öz: Bu araştırma etlik piliçlerin et kalite özellikleri üzerine mevsimin ve açlık süresinin ticari kesim koşullarında etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu araştırma benzer ticari koşullar altında yetiştirilen 2 farklı mevsim (sonbahar ve kış) ve 3 farklı kesim öncesi açlık süresi (8, 10 ve 12 saat) uygulanan Ross 308 hattı etlik piliçler üzerinde yürütülmüştür. Her nakil için rastgele 10 örnek olmak üzere (2 mevsim × 3 açlık süresi × 10 örnek × 3 tekrar) toplam 180 etlik piliç et örneği seçilmiştir. pH₄, pH₂₄, et rengi, damlama kaybı ve pişirme kaybı gibi et kalite özellikleri analiz edilmiştir. Bu çalışmada açlık süresinin artmasıyla birlikte pH₄ değerinin attığı (p<0,001), L₂₄* değerinin düştüğü (p<0,001) tespit edilmiştir. Kış mevsiminde nakledilen etlik piliçlerin, sonbaharda nakledilenlere kıyasla daha koyu, daha kırmızı ve daha sarı renkte göğüs etine sahip olduğu belirlenmiştir. Açlık süresi arttıkça iki mevsim arasında et kalite özellikleri (L*₀, L*₂₄, a*₀, a*₂₄, b*₀, b*₂₄) arasındaki farklılığın da arttığı tespit edilmiştir. Açlık süresinin artışıyla birlikte piliç eti duysal özelliklerinin arttığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda et kalite özellikleri açlık süresi ve mevsimden önemli derecede etkilenmiştir. Olumsuz etkinin özellikle kış mevsimindeki uzun açlık süresinde daha çok ortaya çıktığı belirlenmiştir. Soğuk hava şartları ve uzun açlık süresinin pH artışına neden olduğu fakat bu artışın DFD et oluşturmaya kadar düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden sadece sonbahar koşullarında değil aynı zamanda kış koşullarında da etlik piliçlere 12 saate kadar açlık süresinin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

***Sorumlu yazar:**

Bülent TEKE
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Veteriner
Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Samsun,
Türkiye
 bulentteke@gmail.com

Anahtar kelimeler: Açlık süresi, DFD et, duysal analizler, et kalitesi, mevsim, piliç.

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

INTRODUCTION

Broilers are exposed to various stress factors in the last moments of its life before slaughter. These stress factors include starving, catching, placing in crates and loading on the transport vehicle, then transporting them to the slaughterhouse under different seasonal conditions, and resting in the slaughterhouse before slaughter under these seasonal conditions. It has been reported by various researchers that catching broilers, crating, loading into transport vehicles and transporting are very stressful stages for broilers (Elrom, 2000; Knowles & Broom 1990; Mitchell & Kettlewell, 1998; Von Borrell, 2001). Each of these processes adversely affects animal welfare to varying degrees, increases corticosterone levels in plasma, and reduces energy stores in the muscles of broiler chickens, and damages meat quality. In addition, the body temperature of the chicken increases and the liver glycogen stores decrease during the fasting period (Warris et al., 1999). Fasting is a routine practice of broilers for a certain period of time before slaughter. Broilers are taken from the feeders and starved a few hours before catching in order to reduce the risk of carcass contamination, mainly *Salmonella* and *Campylobacter*. If the fasting period is less than 6-7 hours, since the gastrointestinal tract will still be filled with food, the intestines will occupy most of the cylindrical abdominal cavity during this process, and increasing the possibility of leakage of gastrointestinal contents during the evacuation of the internal organs (Nortcutt, 2000). Although it is recommended to apply a total fasting period of 8-10 hours before slaughter (Wabeck, 1972), sometimes this period may be longer depending on the slaughter plan in the slaughterhouse. In some studies, it has been determined that the optimum fasting period for broilers is 8-12 hours, in which carcass contamination is reduced to the lowest level and meat quality characteristics are increased (Lyon et al., 1991; Veerkamp, 1986).

Meat pH is an important parameter that affected the pre-slaughter fasting period. The glycogen content in the muscle tissue of the broiler determines the extent and rate of the pH drop at the onset of rigor mortis (Hwang et al., 2003). It is necessary to have sufficient glycogen in the muscles of the chicken before slaughter in order to obtain broiler chicken meat that is suitable for production and preferred by the consumer, therefore, the appropriate feeding plan should be applied to the animal before slaughter (Lyon & Buhr, 1999).

Seasonal conditions during transport may also affect meat quality characteristics. The water holding capacity and meat colour of the breast meat of broilers transported in cold weather conditions are adversely affected (Barbut et al., 2005; Dadgar et al., 2010), on the other hand, drip loss, cooking loss and L* value is high in breast meat of

broilers transported at hot weather conditions (Bianchi et al., 2005; Petracci et al., 2004). It has been reported by some researchers that the season in which the broiler is transported does not have a significant effect on meat quality characteristics (Debut et al., 2003; Sandercock et al., 2001).

In recent years, interest on meat quality characteristics of pre-slaughter fasting period has increased, and various studies have been carried out to determine the optimum range of pre-slaughter fasting period. However, among these studies, it was determined that the number of studies in which different pre-slaughter fasting periods applied in different seasons was quite low. This research was carried out to determine the effects of 2 different seasons (autumn and winter) and 3 different pre-slaughter fasting periods (8, 10 and 12 hours) on meat quality characteristics of broiler chickens.

MATERIAL AND METHOD

Animals, Study Design and Slaughter Process:

The animal material of this study consisted of Ross 308 line broiler chickens, which were selected from three similar size and design coop of the same company in the same commercial conditions in Bafra, Samsun. Broiler chickens were given three different feeds during the study. Broilers started for the first 11 days with beginning (HP: 23.5%; ME: 2850 kcal/kg), reared between 12-22 days (HP: 22%; ME: 2950 kcal/kg) and finished until sent to slaughter (HP: % 20; ME: 3010 kcal/kg). Feed and water were given ad libitum and 23 hours of light and 1 hour of darkness were applied. On the slaughter day, 8, 10 and 12 hours of fasting periods were applied to the first, second and third coop, respectively. The time of catching the broilers and placing them in the crates (2 hours), the transport period (2 hours 30 minutes) and the resting period before slaughter (1 hour) were included the fasting period, and their feed was withdrawn from the feeders according to the fasting period to be applied. Water was given until the animals were caught. They were loaded onto a separate transport vehicle for each coop after placing the broilers in 80 cm length × 45 cm width × 30 cm height boxes at the density recommended by FAWC (1991). The transport vehicles with 320 loading crates in each of the 9 transport vehicles, 3 transport vehicles from each poultry house, travelled 125 km at a constant speed of approximately 50 km/h on average and reached the slaughterhouse in 2 hours and 30 minutes. The transport vehicles completed the transport without stopping, without sudden acceleration or deceleration during the transport. The broiler chickens were slaughtered after resting in the slaughterhouse for 1 hour. Meat samples were taken from randomly selected 10 chickens from each transport vehicle and 90 chickens were utilized for each season (3 fasting times x 10 samples x 3 repeats). A total of 180 chicken meats

were used throughout the research (the autumn and winter seasons). In addition, the average temperature and humidity values on the slaughter day were obtained from the meteorology, and the slaughter age and average body weight of broiler chickens were obtained from the slaughterhouse. These recorded values are given in Table 1.

Table 1. Averages and standard errors of some transportation, slaughter characteristics, temperature and humidity values of slaughter day ($\bar{x} \pm s\bar{x}$)

Traits	Autumn	Winter
Stocking density (m ² /chicken)	0.041±0.001	0.040±0.001
Slaughter weight (kg)	2.38±0.05	2.30±0.05
Slaughter age (d)	41	41
Temperature (°C)	11.30±0.26	-1.00 ± 0.26
Humidity (%)	91.90±0.77	85.40±0.62

In the research, transportation and slaughtering was took place at night, autumn season data were collected in November 2019 and winter season data were collected in January 2020, the broilers were unloaded from the crates and hung upside down on the slaughter line following the rest periods in the slaughterhouse. Electric current were given the broilers before slaughtering and they were cut by hand, then the blood flow was provided. They were passed through a hot water tank at 60°C and their feathers were automatically plucked. The carcasses were taken to the relevant sections for cooling after the internal organs were removed automatically. A total of 180 broiler chickens (30 samples x 3 fasting periods x 2 seasons) were randomly selected to determine their meat quality characteristics.

Meat Quality Analysis: *M. pectoralis major* was removed from the 15 carcasses. The pH of this muscle was measured by a pH meter (Testo 205) 4 hours and 24 hours after slaughter and the result was recorded as pH_{4h} and pH_{24h}.

Drip Loss Measurement: Samples were obtained from *M. pectoralis major* was dried with a paper towel, the samples were weighed (HT-1000NH+ model, Dikomsan, Istanbul) and the results were recorded as the initial weight ($W_{initial}$). The samples was placed in a nylon bag in such a way that it would not touch the nylon bag and was weighed after it was kept at 4°C for 24 hours (W_{last}). Drip loss (DL) is calculated using the below formula (Honikel, 1998):

$$DL (\%) = [(W_{initial} - W_{last}) / W_{initial}] \times 100$$

Meat Colour Measurement: Meat colour measurements (L^* , a^* and b^* values) was measured by a device (Minolta CR 400) according to the CIE (1972) standards. The device was calibrated with a white plate ($Y=93.8$; $x=0.316$; $y=0.3323$) and D65 was used as the light source. Measurements were made from three different places of *M. pectoralis major* for colour analysis. The first measurement of sample was made as soon as the sample was obtained. Afterwards, the sample was maintained in a refrigerator at 4°C for 24 hours and then a second colour measurement was obtained. The colorimeter was set so that it averaged three reading. The mean was recorded as colour value for each sample.

Cooking Loss Analysis: The samples (the remaining part of *M. pectoralis major*) were weighed and vacuumed, then vacuum packed samples were warmed in a water bath at 80°C for 20 minutes. Afterwards, the samples cooled under running water until their internal temperature reached room temperature. All samples were maintained in a refrigerator at 4°C for 24 hours. The samples were removed from vacuum bags. The liquid on the sample was dried with paper towels and weighed to obtain their weights after cooking. The difference between pre- and post-cooking weights divided by the precooked weight for cooking loss (%) (Honikel, 1998).

Sensory Analysis: Thigh meats of broiler chicken which were applied 3 different fasting periods in the autumn season cooked in the oven until the temperature in the centre reached 80°C. Afterwards, they were presented to the panellists for their evaluation. A consumer panel consisting of 12 people was arranged and cooked thigh meat was scored between 1-8 in terms of juiciness, tenderness and flavour.

Statistical Analysis: One way ANOVA test was used to determine the effect of pre-slaughter fasting period on meat quality characteristics, and a t-test was used to compare meat quality characteristics between two seasons. Tukey's multiple range tests was used to determine the significance of the difference between fasting periods. Friedman Test was applied to determine the effect of pre-slaughter fasting time on sensory characteristics.

RESULTS

The mean and significance levels of meat quality characteristics belonging to the fasting period groups are given in Table 2. Accordingly, pH₄, L^*_{0} , L^*_{24} and cooking loss were significantly affected by the fasting period. The pH₄ value increased ($p<0.001$). L^*_{0} and L^*_{24} values decreased ($p<0.01$ and $p<0.001$, respectively) with increasing fasting period. The cooking loss decreased as the fasting period increased ($p<0.05$). Other meat quality characteristics did not change with the increase of the fasting period.

The averages and significance levels of meat quality characteristics according to the season are given in Table 2. Accordingly, most of the meat quality characteristics (pH₄, L^*_{0} , L^*_{24} , a^*_{0} , a^*_{24} , b^*_{0} , b^*_{24}) were significantly affected by the season ($p<0.001$). The averages and significance levels of meat quality characteristics of the fasting duration groups in the seasons are given in Table 3. Accordingly, the effect of fasting time was significant on pH₄ at $p<0.001$, on a^*_{0} at $p<0.01$, on a^*_{24} at $p<0.05$ and on cooking loss at $p<0.05$ level in the autumn season. The number of affected parameters increased in winter, when the effect of fasting period on meat quality characteristics was compared with the autumn season. Among these parameters, the pH₂₄ ($p<0.05$), L^*_{0} ($p<0.001$), L^*_{24} ($p<0.001$), b^*_{0}

($p < 0.01$) and cooking loss ($p < 0.001$) was significantly affected by fasting period. Comparison of meat quality characteristics according to fasting groups between two seasons and their significance levels are given in Table 4. According to this, as the fasting time increased, the number

of affected meat quality parameters increased. All colour parameters (L^*_{0} , L^*_{24} , a^*_{0} , a^*_{24} , b^*_{0} , b^*_{24}) significantly different ($p < 0.001$) between the two seasons in the 12-hour fasting group.

Table 2. Mean values and significance levels of meat quality trait values belonging to season and fasting period groups

Meat Quality Characteristics	Season (S)			Fasting Period (F)			Significance	
	Autumn	Winter	8 h	10 h	12 h	S	F	
pH ₄	5.95±0.01 ^b	6.02±0.01 ^a	5.92±0.01 ^b	6.01±0.01 ^a	6.04±0.01 ^a	***	***	
pH ₂₄	6.00±0.01	5.99±0.01	5.97±0.01	6.01±0.01	6.00±0.01	ns	ns	
L* ₀	50.28±0.18	49.95±0.20	50.24±0.22 ^{ab}	50.60±0.23 ^a	49.54±0.23 ^b	ns	**	
L* ₂₄	49.41±0.24 ^a	48.05±0.26 ^b	49.01±0.32 ^a	49.43±0.28 ^a	47.79±0.33 ^b	***	***	
a* ₀	2.08±0.06 ^b	3.75±0.09 ^a	3.02±0.14	2.93±0.13	2.80±0.15	***	ns	
a* ₂₄	2.55±0.09 ^b	3.76±0.09 ^a	3.29±0.14	3.13±0.12	3.05±0.15	***	ns	
b* ₀	1.96±0.12 ^b	6.48±0.17 ^a	4.69±0.37	4.11±0.32	3.86±0.33	***	ns	
b* ₂₄	3.13±0.19 ^b	6.46±0.17 ^a	5.18±0.34	4.65±0.28	4.56±0.30	***	ns	
Drip Loss (%)	2.38±0.11	2.56±0.09	2.60±0.16	2.34±0.09	2.46±0.11	ns	ns	
Cooking Loss (%)	17.59±0.32	17.79±0.29	18.39±0.32 ^a	16.99±0.30 ^b	17.69±0.45 ^{ab}	ns	*	

ns: Not significant ($P > 0.05$) a, b, c Mean values in the same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

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

Table 3. Mean values and significance levels of meat quality characteristics of fasting duration groups in the seasons

Meat Quality Characteristics	Autumn			Sig	Winter			Sig
	8 h (n=30)	10 h (n=30)	12 h (n=30)		8 h (n=30)	10 h (n=30)	12 h (n=30)	
pH ₄	5.90±0.01 ^b	5.97±0.02 ^a	5.99±0.02 ^a	***	5.94±0.01 ^b	6.04±0.01 ^a	6.08±0.01 ^a	***
pH ₂₄	5.98±0.02	6.04±0.02	5.98±0.03	ns	5.97±0.01 ^b	5.99±0.01 ^{ab}	6.01±0.01 ^a	*
L* ₀	50.13±0.30	50.58±0.26	50.15±0.34	ns	50.35±0.31 ^a	50.61±0.38 ^a	48.94±0.29 ^b	***
L* ₂₄	49.37±0.52	49.68±0.31	49.18±0.41	ns	48.66±0.36 ^a	49.18±0.46 ^a	46.40±0.38 ^b	***
a* ₀	2.21±0.10 ^a	2.22±0.10 ^a	1.83±0.10 ^b	**	3.83±0.16	3.65±0.16	3.77±0.09	ns
a* ₂₄	2.80±0.19 ^a	2.65±0.13 ^{ab}	2.22±0.14 ^b	*	3.77±0.16	3.61±0.17	3.88±0.17	ns
b* ₀	2.25±0.21	2.09±0.21	1.56±0.12	ns	7.14±0.33 ^a	6.12±0.27 ^b	6.17±0.23 ^b	**
b* ₂₄	3.44±0.35	3.17±0.34	2.80±0.32	ns	6.91±0.37	6.13±0.23	6.33±0.25	ns
Drip Loss (%)	2.53±0.30	2.34±0.13	2.28±0.11	ns	2.68±0.12	2.34±0.12	2.64±0.19	ns
Cooking Loss (%)	18.48±0.36 ^a	17.65±0.33 ^{ab}	16.68±0.77 ^b	*	18.29±0.54 ^a	16.32±0.49 ^b	17.79±0.29 ^a	***

ns: Not significant ($P > 0.05$) a, b, c Mean values in the same row with different letters differ significantly ($P < 0.05$).

Sig: Significance

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

Table 4. Comparison of meat quality characteristics between two seasons according to fasting period groups

Meat Quality Characteristics	8 h	10 h	12 h
pH _{4h}	*	***	***
pH _{24h}	ns	*	ns
L* ₀	ns	ns	**
L* ₂₄	ns	ns	***
a* ₀	***	***	***
a* ₂₄	***	***	***
b* ₀	***	***	***
b* ₂₄	***	***	***
Drip Loss (%)	ns	ns	ns
Cooking Loss (%)	ns	*	*

ns: Not significant ($P > 0.05$)

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

Sensory analysis values and significance levels according to fasting period are given in Table 5. Accordingly, it was determined that the preference of all sensory properties (juiciness, tenderness and flavour) by the panellists increased with the increase of the fasting time. The

biggest difference between the fasting period groups was felt in the tenderness trait ($p < 0.001$), while the smallest difference was felt in the juiciness trait ($p < 0.05$) in terms of the effect of fasting period on sensory characteristics.

Table 5. Sensory analysis values and significance levels according to fasting times

Sensory characteristics	8 h of fasting MR Value	10 h of fasting MR Value	12 h of fasting MR Value	Significance
Juiciness	1.79	1.71	2.50	*
Tenderness	1.88	1.38	2.75	***
Flavour	2.21	1.29	2.50	**

MR: Mean Rank * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

DISCUSSION

In the study by Komiyama et al. (2008), four different pre-slaughter fasting periods (4, 8, 12 and 16 hours) were applied to broilers before slaughter and the

effect of fasting on meat quality characteristics was investigated. The pH values of broiler chickens which were fasted for 4, 8 and 12 hours were 5.87, 5.87 and 6.04, respectively, and the pH value increased as the fasting period increased. As the fasting period increased, the L*

(lightness) value decreased (51.39, 46.98, 46.31 and 46.54, respectively), a^* (redness) value increased (2.51, 3.06, 3.30 and 3.02, respectively). It was reported that the differences between fasting time groups regarding both colour parameters were significant, but the b^* (yellowness) value was not affected by the fasting period. Drip loss and cooking loss values were determined as 5.17 and 28.48, 5.37 and 27.38, 5.11 and 29.07, 2.38 and 24.31 for 4, 8, 12 and 16 hours pre-slaughter fasting times, respectively. As a result of the research, it was reported that the pre-slaughter fasting period significantly affected the meat quality characteristics. Haslinger et al. (2007) examined the long fasting period and broiler chickens were divided into 6 groups as 0, 2, 4, 8, 16 and 24 hours before slaughter. It was reported that immediately after slaughter and post-mortem 24-hour pH values increased slightly (0.17-0.34) with the increase of fasting time, and the postmortem 24-hour pH value reached similar levels in all groups. It was determined that the slight increase in pH value was not at a level that would enable the development of DFD meat. In a study (Schedle et al., 2006), pre-slaughter fasting period groups were divided into 6 groups (0, 2, 4, 8, 16 and 24 hours), pH values immediately after slaughter (pH_1) and postmortem 24 hours (pH_2) was measured by researchers. It was determined that as the fasting period increased, the pH_1 value increased slowly from 6.30 to 6.50. The maximum value was 6.00 in the 16-hour fasting group while pH_2 was 5.80 in the group without fasting, and the difference was found to be statistically significant ($p < 0.05$). As fasting period was increased, both pH values increased, but the increase did not cause the DFD meat. Savenije et al. (2002), half of the broiler chickens were starved for 5 hours before slaughter, and the other half were allowed to reach the feed until they were transported. At the end of the study, it was reported that the effect of pre-slaughter fasting period on breast meat pH, water holding capacity, L^* and b^* values was not significant. In the study of Kotula & Wang (1994), broilers were slaughtered after 0, 3, 6, 12, 18, 24 and 36 hours of fasting. It was determined that the pH and glycogen levels in breast meat and thigh meat decreased with the increase in the fasting period, and the fasting period did not affect the colour characteristics of breast and thigh meat. Lyon et al. (2004) applied a fasting period of 0-8 hours to broilers aged between 42-52 days and the effect of this fasting period on meat quality characteristics was investigated. According to the research findings, it was reported that as the fasting period increased, the breast meat L^* value increased (lighter), a^* value decreased (less red), and b^* value increased (more yellow). In current study, it was determined that the pH_4 value increased ($p < 0.001$) and the L_{24}^* value decreased ($p < 0.001$) with the increase in the fasting period. The results of the current study are similar to the results of most

researchers (Haslinger et al., 2007; Komiyama et al., 2008; Schedle et al., 2006). However, it was reported by some researchers that the fasting period was not significant effect on the pH and L^* values of broiler chickens (Kotula & Wang, 1994; Savenije et al., 2002) or the L^* value increased with the increase of the fasting period (Lyon et al., 2004). The differences between studies may be due to differences in the length of fasting period.

In this study, the breast meat of broiler transported in winter was darker ($-1.36 L_{24}^*$ units), redder ($+1.21 a_{24}^*$ units) and yellower ($+3.33 b_{24}^*$ units) colour compared to those transported in autumn. In addition, it was determined that the difference between two seasons increased ($L_{0,24}^*$, $a_{0,24}^*$, $b_{0,24}^*$) as the fasting period increased related to meat quality characteristics. In studies on the transportation of broilers under cold weather conditions (Dadgar et al., 2010; 2011), it was reported that breast meats obtained from these chickens were darker and higher pH than those transported under optimum weather conditions. Similar results were obtained in current study. Birds have the ability to keep their body temperature constant and they use some of the glycogen in their muscles to maintain their body temperature when transported in cold weather conditions. It is thought that the rate of conversion of glycogen to lactic acid increases with the prolongation of the fasting period in winter conditions, and therefore the pH remains high (Warriss et al., 1999). In this study, it was determined that the increase in pH value was not at a level that would provide DFD meat formation.

Haslinger et al. (2007) investigated the effect of fasting time (0, 2, 4, 8, 16 and 24 hours) on sensory characteristics. It was reported that the sensory properties of broiler chickens with a long fasting period were better, and there was a tendency for broiler meats with a longer fasting period, but this difference was reported to be very small and statistically insignificant. In another study (Schedle et al., 2006), the effect of fasting time (0, 2, 4, 8, 16 and 24 hours) on sensory characteristics was examined. Chicken breast meats were evaluated in terms of tenderness, juiciness and flavour in the test panel. It was reported that the panellists preferred broiler meats fasted for a longer period of time, and the length of the fasting period had a significant positive effect on the sensory quality of the meat product. Lyon et al. (2004) investigated the 0-8 hour fasting period on sensory characteristics, and it was reported that the juiciness and tenderness of chicken meats with 0-hour fasting period were lower than those of chickens with 8-hour fasting period. For this reason, it was reported that the panellists preferred the chicken meat subjected to 8 hours of fasting than other fasting periods. It has been reported by many researchers (Haslinger et al., 2007; Lyon et al., 2004; Schedle et al., 2006) that the sensory properties of chicken meat increase with the

increase in fasting time. Similar results were obtained in this study as well. The effect of fasting time (8, 10, 12 hours) on sensory properties was investigated in current study, it was determined that as the fasting time increased, the panellists preferred chicken meat that was kept during a long fasting period.

CONCLUSION

It is a routine practice to fasting broilers for a certain period of time before slaughter. It is mainly applied to reduce the risk of carcass contamination and to improve meat quality. This research was carried out to determine the effects of season (autumn and winter) and fasting period (8, 10 and 12 hours) on chicken meat quality characteristics. As a result of the research, it was seen that the duration of fasting and the season significantly affected the meat quality characteristics. The adverse effect was more effective especially in the winter season and during the long fasting period. It was determined that cold weather conditions and long fasting period caused an increase in pH, but this increase was at a level that did not produce DFD meat. In addition, the results of the sensory meat analysis revealed that the 12-hour fasting period had a significant positive effect on the sensory quality. Therefore, in this study, it was concluded that a fasting period of up to 12 hours could be applied to broiler chickens not only in autumn conditions but also in winter conditions, since meat quality problems did not occur and it did not affect sensory quality.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors also thank Prof. Dr. Bülent EKİZ for assistance in meat quality analysis.

REFERENCES

- Barbut, S., Zhang, L. & Marcone, M. (2005).** Effects of pale, normal, and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking of marinated fillets. *Poult Science*, **84**, 797-802.
- Bianchi, M., Fletcher, D.L. & Smith D.P. (2005).** Physical and functional properties of intact and ground pale broiler breast meat. *Poultry Science*, **84**, 803-808.
- CIE. (1976)** Centre Internationale de L'Eclairage. Definition dun space de couleur por deux coordonees de cromaticite et la luminosite. 1976 Supplement 2 to CIE publication no 15 (E-1-3-1) 1971/ (TC-1-3). Cente Internationale de L'Eclairage, Paris.
- Dadgar, S., Lee, E.S., Leer, T.L., Burlingquette N., Classen, H.L., Crowe, T.G. & Shand, P.J. (2010).** Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle. *Poultry Science*, **89**, 1033-1041.
- Dadgar, S., Lee, E.S., Leer, T.L.V., Classen, H.L., Crowe, T.G. & Shand, P.J. (2011).** Effect of acute cold exposure, age, sex, and lairage on broiler breast meat quality. *Poultry Science*, **90**, 444-457.
- Debut, M., Berri, C.E., Baeza, N., Sellier, C., Arnould, D., Guemene, N., Hehl, B., Boutten, Y., Jengo, C. & Beaumont Le Bihan-Duval, E. (2003).** Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and pre-slaughter stress conditions. *Poultry Science*, **82**, 1829-1838.
- Elrom, K. (2000).** Handling and transportation of broilers-welfare, stress, fear and meat quality. Part III: fear; definitions, its relation to stress, causes of fear, responses of fear and measurement of fear. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, **55**(3), 1-7.
- FAWC. (1991).** Report on the European Commission Proposals on the Transport of Animals. London: MAFF Publications
- Haslinger, M., Leitgeb, R., Bauer, F. & Ettl, T. (2007).** Windisch, W.M. Slaughter yield and meat quality of chicken at different length of preslaughter feed withdrawal. *Die Bodenkultur*, **58**(1-4), 67-72.
- Honikel, K.O. (1998).** Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, **49**, 447-457.
- Hwang, I.H., Devine, C.E. & Hopkins, D.L. (2003).** The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness. *Meat Science*, **65**, 677-691
- Knowles, T.G. & Broom, DM. (1990).** The handling and transport of broilers and spent hens. *Applied Animal Behaviour Science*, **28**, 75-91.
- Komiyama, C.M., Mendes, A.A., Takahashi, S.E., Moreira, J., Garcia, R.G., Sanfelice, C., Borba, H.S., Leonel, F.R., Almeida Paz, I.C.L. & Balog, A. (2008).** Chicken meat quality as a function of fasting period and water spray. *Brazilian Journal of Poultry Science*, **10**(3), 179-183.
- Kotula, K.L. & Wang, Y. (1994).** Characterization of broiler meat quality factors as influence by feed withdrawal time. *Journal of Applied Poultry Research*, **2**, 103-110.
- Lyon, B.G., Smith, D.P., Lyon, C.E. & Savage, E.M. (2004).** Effects of diet and feed withdrawal on the sensory descriptive and instrumental profiles of broiler breast fillets. *Poultry Science*, **83**, 275-281
- Lyon, C.E. & Buhr, R.J. (1999).** Biochemical basis of meat texture. In: *Poultry Meat Science*, (Ed. R. I. Richardson and G. C. Mead) CAB International, Oxfordshire, England, pp. 99-126.
- Lyon, C.E., Papa, C.M. & Wilson, R.L. (1991).** Effect of feed withdrawal on yields, muscle pH, and texture of broiler breast meat. *Poultry Science*, **70**, 1020-1025.

-
- Mitchell, M.A. & Kettlewell, P.J. (1998).** Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problem! *Poultry Science*, **77**, 1803-1814.
- Northcutt, J.K., Savage, S.I. & Vest, L.R. (1997)** Relationship between feed withdrawal and viscera condition of broilers. *Poultry Science*, **76**, 410-414.
- Petracci, M., Bianchi, M., Betti, M. & Cavani, C. (2004).** Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. *Poultry Science*, **83**, 2086-2092.
- Sandercok, D.A., Hunter, R.R., Nute, G.R., Mitchell, M.A. & Hocking, P.M. (2001).** Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. *Poultry Science*, **80**, 418-425.
- Savenije, B., Lambooij, E., Gerritzen, M.A., Venema, K. & Korf, J. (2002).** Effects of feed deprivation and transport on preslaughter blood metabolites, early postmortem muscle metabolites, and meat quality. *Poultry Science*, **81**, 699-708.
- Schedle, K., Haslinger, M., Leitgeb, R., Bauer, F., Ertle, T. & Windisch, W. (2006).** Carcass and meat quality of broiler chickens at different starving periods before slaughter. *Veterinarija Ir Zootechnika*, **35**(57), 85-88.
- Veerkamp, C.H. (1986).** Fasting and yield of broilers. *Poultry Science*, **65**, 1299-1304.
- Von Borrell, E.H. (2001).** The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. *Journal of Animal Science*, **79**(e-Suppl.): E260-E267.
- Wabeck, C.J. (1972).** Feed and water withdrawal time relationship to processing yield and potential fecal contamination of broilers. *Poultry Science*, **51**, 1119-1121.
- Warriss, P.D., Knowles, T.G., Brown, S.N., Edwards, J.E. Kettlewell, P.J., Mitchell, M.A. & Baxter, C.A. (1999).** Effects of lairage time on body temperature and glycogen reserves of broiler chickens held in transport modules. *Veterinary Record*, **145**, 218-222.



Dağ Akarsu Morfolojilerinde Doğal Havalandırma Süreci: Harmankaya Akarsuyu, Saha Çalışması

Serhat KÜÇÜKALİ*

Hacettepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Beytepe 06800, Ankara

Geliş Tarihi: 26.03.2022

Kabul Tarihi: 26.09.2022

Basım Tarihi: 30.09.2022

Atf yapmak için: Küçükali, S. (2022). Dağ Akarsu Morfolojilerinde Doğal Havalandırma Süreci: Harmankaya Akarsuyu, Saha Çalışması. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 7(3), 374-379.

How to cite: Küçükali, S. (2022). Self-Aeration Process in Mountain Stream Morphologies: Harmankaya Stream, Field Study. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 374-379.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5867-3270>

*Sorumlu yazarın:
Serhat KÜÇÜKALİ
Hacettepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği
Bölümü, Beytepe 06800, Ankara, Türkiye
✉: serhatkucukali@hacettepe.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, Türkiye'nin kuzey batısında Zonguldak'ta (41°K-31°D) yer alan ve su toplama alanı yaklaşık 12 km² olan ormanlık bir dağ akarsuyu (Harmankaya) dalma havuzlarıyla ilişkili olarak incelenmiştir. Akarsuda 22 dalma havuzu tespit edilmiş olup, dalma havuzlarının düşüm yükseklikleri 0,7-20 m, ortalama havuz derinlikleri ise 0,53-1,59 m arasında değişmektedir. Seçilen bir havuzda, havuz derinliği boyunca çözülmüş oksijen (ÇO) konsantrasyonu ve sıcaklığın (T_w) değişimi farklı mevsimlerde incelenmiştir. Veriler, dalma havuzundaki çözülmüş oksijen konsantrasyonunun su sıcaklığıyla ilişkili olarak mevsimsel bağımlılığını ortaya koymuştur. Ayrıca her mevsimde ÇO seviyeleri havuz yüzeyinden havuz tabanına doğru düşüş eğilimi göstermiştir. Özellikle yaz aylarında bir havuzun sıcaklığının ve çözülmüş oksijen seviyelerinin düzenlenmesi açısından nehir kıyısı bitki örtüsünün önemi ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Akarsu sıcaklığı, çözülmüş oksijen, dağ akarsuyu, dalma havuzu, nehir kenarı bitki örtüsü.

Self-Aeration Process in Mountain Stream Morphologies: Harmankaya Stream, Field Study

Abstract: In this paper, a forested-mountain stream (Harmankaya) with a catchment area about 12 km² located in Zonguldak (41°N-31°E) on the NW of Turkey has been studied associated with its plunge pools. In the stream, 22 plunge pools were detected and plunge pools drop heights had a variation of 0.7-20 m, whereas average pool depths had a range of 0.53-1.59 m. In a selected pool, the variation of dissolved oxygen (DO) concentration and temperature (T_w) through the pool depth have been investigated at different seasons. The data indicated the seasonal dependence of dissolved oxygen concentration in the plunge pool related to the water temperature. In all seasons DO levels had a downward trend from pool surface to the pool bottom. Riparian vegetation significance has been revealed in terms of regulating the temperature and dissolved oxygen levels of a pool, especially during the summer.

*Corresponding author's:
Serhat KÜÇÜKALİ
Hacettepe University, Department of Civil
Engineering, Beytepe 06800, Ankara, Türkiye
✉: serhatkucukali@hacettepe.edu.tr

Keywords: Dissolved oxygen, mountain stream, plunge pool, riparian vegetation stream temperature.

GİRİŞ

Akarsularda doğal havalandırmayı sağlayan hidrodinamik süreçlerde (ör. hidrolik sıçrama, su düşümü, pürüzlü kanal) türbülans düşey çalkantı bileşenin serbest yüzeyi yakınında yarattığı düzensizlikler hava girişine direnç gösteren yüzey gerilmesi kuvvetlerinin aşılmasını

sağlar. Böylece, hava su arasında gaz transferi gerçekleşir. Hava su içine giriş yaptıktan sonra kabarcık haline dönüşür ve kabarcıkların suda kalış süreleri esnasında, atmosferik gazlar (Ör. O₂, N₂) su içinde çözünür. Bu hidrodinamik süreçlerin yanında, su sıcaklığının ve su üzerindeki hava basıncının değişmesi Çözülmüş Oksijen (ÇO) miktarında

önemli değişimlere yol açar. Butcher & Covington (1995) Santa Margarita Akarsuyun'daki ÇO miktarının sıcaklıkla olan değişimini incelemişlerdir. Yaptıkları ölçümlerle su sıcaklığıyla ÇO konsantrasyonu arasındaki ters orantıyı göstermişlerdir. Su sıcaklığı ÇO miktarının değişiminde en önemli parametrelerden bir tanesidir ve bu konuda geliştirilen amprik formüllerde genelde referans sıcaklığı 20 °C alınmıştır. Literatürde doğal-havalandırmayla ilgili yapılan çalışmalar genelde savaklar, basamaklı kanallar, düşey kapaklar gibi hidrolik yapılarda sürdürülmüştür (Gulliver vd., 1998). Halbuki, kanal taban eğiminin yüksek olduğu ($S_o \geq 0,02 m/m$) dağ akarsularında (Wohl, 2000) doğal-havalandırma sürecinin gerçekleştiği doğal yapılar da bulunmaktadır (Cirpka vd., 1993; Valle & Pasternack, 2001; Whittaker & Jaeggi, 1982). Bu doğal yapılar: basamaklı kanallar, basamak-havuz oluşumu, su düşümü, kaya parçaları etrafındaki hızlı akımlar olarak özetlenebilir (Grant vd., 1990; Montgomery & Buffington, 1997; Wohl, 2000) ve bu yapılara ait bazı örnekler Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Dağ akarsularında hava-su gaz transferinin gerçekleştiği morfolojilerden örnekler.

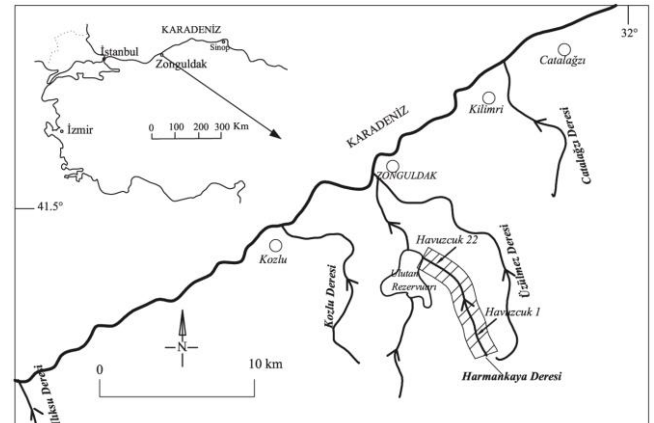
Figure 1. Examples of morphologies where air-water gas transfer takes place in mountain streams.

Dağ akarsularında havuzlar, çeşitli ve karmaşık habitatlar yaratarak ve sucul biyotaya kuraklık ve sel gibi aşırı hidrolojik koşullara karşı sığınak sağlayarak önemli ekolojik işlevlere sahiptir (Elso & Giller, 2001). Dalma havuzları, özellikle balıkların düşük akım dönemlerinde hayatta kalabilmeleri için çok önemli hidro-morfolojik alanlardır. Bununla ilgili olarak, havuz derinliği boyunca su sıcaklığı (T_w) ve çözünmüş oksijen konsantrasyonu (ÇO) değişiklikleri balıkların hayatta kalması ve büyümesi için önemli ekolojik etkilere sahiptir (Giller & Malmqvist, 1998). Balık popülasyonları için iyi bolluk ve tür çeşitliliği için ÇO kriterleri 5 mg/L'nin üzerinde ve ılık (örneğin sazan) ve soğuk su balıkları (örneğin alabalık) türleri için öldürücü

sıcaklık sınırı sırasıyla 34 °C ve 21 °C olarak bildirilmiştir (Welch & Jacoby, 2004). Bu yüzden bu havuzlardaki sıcaklık ve çözünmüş oksijen seviyeleri ekoloji açısından son derece önemlidir. Bu çalışmada su düşümlerinin doğal havalandırma verimliliğine olan etkisi ve bir havuz içerisinde ÇO'nun mevsimsel olarak derinlikle değişimi Batı Karadeniz Zonguldak'ta bulunan bir dağ akarsuyunda yapılan arazi çalışmasıyla incelenmiştir. Ülkemizde akarsular ve derelerin habitat değerlendirmesine yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu nedenle söz konusu çalışmanın literatüre önemli bir katkının yapması beklenmektedir.

MATERYAL VE METOT

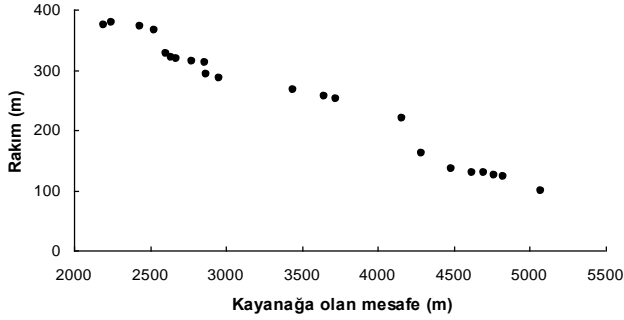
Dağ akarsularındaki su düşümlerinin havalandırma verimliliği Zonguldak Harmankaya Deresi'nde yapılan ölçümlerle araştırılmıştır. Harmankaya Deresi'nin bölge üzerindeki konumu Şekil 2'de gösterilmiştir. Harmankaya Deresi 41°23'- 41°25' kuzey enlemleriyle 31°49'-31°51' doğu boylamları arasında kalmaktadır. Akarsu yaklaşık 12 km²'lik ormanlık havza alanıyla, Üzülmaz Deresi'nin ikinci dereceden koludur (Şekil 2). Bölgenin jeolojik yapısı karbonifer tipi kayalardan oluşmaktadır. Bu karstik yapının neticesinde bölgede birçok büyük ölçekli mağaralar oluşmuştur (Kucukali ve Bilir, 2004) ve akarsuyun ortalama pH değeri 8,2 mertebesinde. Bölge yıllık yaklaşık ortalama 1100 mm yağış yüksekliği ve 14,5 °C ortalama hava sıcaklığıyla ılıman bir iklime sahiptir. Özellikle kış ve bahar dönemlerinde kar erimesi akarsuları besleyen önemli kaynaklardan bir tanesidir.



Şekil 2. Harmankaya Deresi'nin Zonguldak üzerindeki konumu.
Figure 2. The location of Harmankaya Stream on Zonguldak.

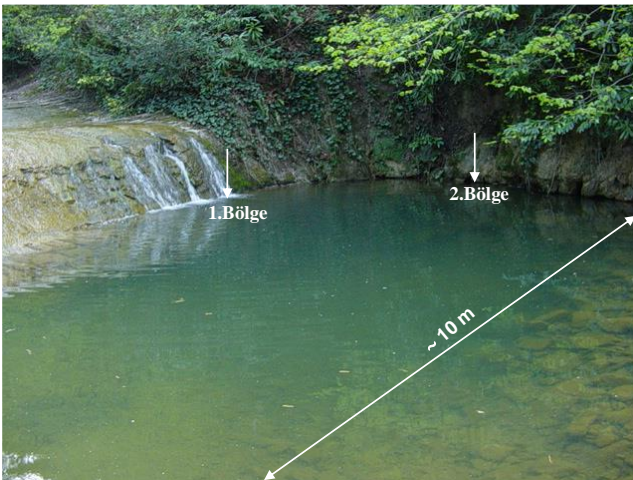
Çalışılan akarsuyun uzunluğu 5200 metredir ve rakımı 100-600 m aralığında değişim göstermiş (Şekil 3); kanal genişliği ise 3-20 m arasında değerler almıştır. Akarsu yatağı genelde kaya tabanlıdır, fakat bazı bölümlerde kaya parçası, taş ve çakıllardan oluşmaktadır. Harmankaya havza alanı, koruma altındaki bir ormanlık alandır ve bu nedenle akarsuya insan kaynaklı kirleticiler girişim yapmamaktadır.

Akarsuyun su toplama alanı, *Taxus bacatta*, *Fagus orientalis*, *Alnus sp.*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Ostrya sp.*, *Castanea sativa* *Tilia sp.*, türündeki bitkilerle kaplıdır. Bu yapıların koordinatları el tipi Magellan Sportrak Pro modelinde GPS kullanılarak belirlenmiştir. GPS ± 3 m hassasiyetle değer okumaktadır ve deniz seviyesinden olan yükseklik ölçümleri barometre yardımıyla yapılmıştır. Akarsudaki debi ölçümü muline (Model A.OTT Kempton, CM No:19535) aleti kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Harmankaya Deresi'nin akım doğrultusundaki boyuna profile.
Figure 3. Longitudinal profile of Harmankaya Stream in the direction of flow.

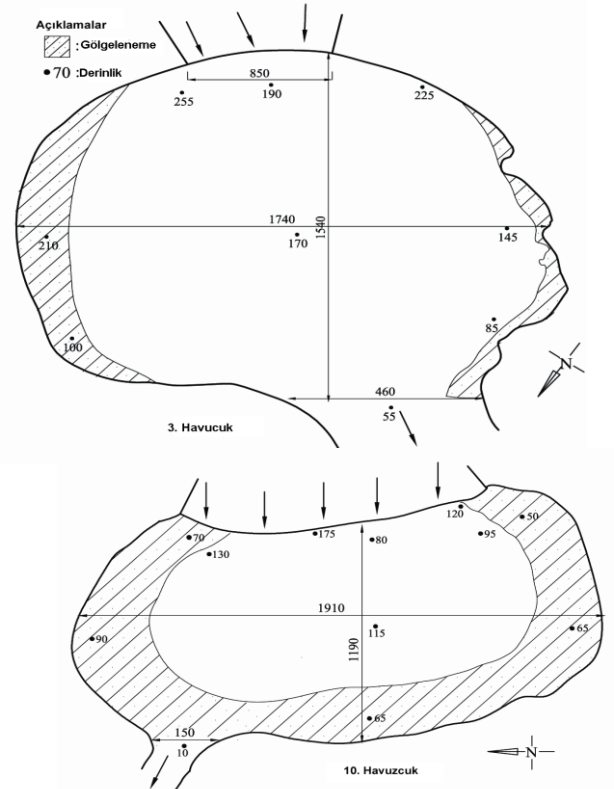
Kolay ulaşılabilirliği ve göllenmenin derin oluşu nedeniyle 7 nolu havuzda ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümler Nisan 2004 ile Kasım 2004 zaman diliminde gerçekleştirilmiştir ve bu periyod bahar, yaz, kış olmak üzere üç döneme ayrılmıştır. Çözünmüş oksijen ve sıcaklık ölçümleri el tipi WTW Oxi 330i modelindeki oksijenmetreyle $\pm 0,5\%$ hassasiyetle gerçekleştirilmiştir. 7. nolu havuzun iki bölgesinde derinlik boyunca periyodik ÇO ve sıcaklık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bölgelerden birincisi, su düşümünün olduğu suyun hızlı aktığı bölgeyi temsil etmekte, ikincisi ise akarsu kıyı bitkilenmesiyle gölgelenmiş olan durgun su kütleini temsil etmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Harmankaya Deresi'nde çalışılan havuzdaki ölçüm bölgeleri.
Figure 4. Measurement zones in the studied pool in Harmankaya Stream.

İZLEME SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Harmankaya Deresi'nde toplam 22 tane su düşümü-havuz oluşumu tespit edilmiştir ve bunların fiziksel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Bu havuzlar özellikle sel ve kuraklık gibi ekstrem koşullarda sucul canlılara barınak sağladığı sahada gözlenmiştir. Bu su düşümü-havuz oluşumuna ait iki örnek Şekil 5'te gösterilmiştir. Dalma havuzlarının düşüm yükseklikleri 0,7-20 m arasında değerler almış ve düşüm yüksekliklerinin %73'ü 1-4 m arasında kalmıştır (Şekil 6a). Bunun yanında ortalama havuz derinlikleri 0,53-1,59 m, maksimum havuz derinlikleri ise 0,6-2,35 m arasında değişim göstermiştir (Şekil 6b). Söz konusu akarsudaki su düşümleri ve dalma havuzlarının GPS konumları mevcuttur; fakat izleme çalışması yapılan dalma havuzunun boyutları Şekil 5'de sunulmuştur.



Şekil 5. Su düşümü-havuz morfolojilerine örnekler. 3 ve 10 nolu havuzların üstten görünümü. Bütün ölçüler santimetre cinsindedir ve noktayla gösterilen değerler su derinliklerini göstermektedir. Taralı alanlar nehir kıyısı bitki örtüsü tarafından gölgelenen alanları göstermektedir.
Figure 5. Examples of water fall-pool morphologies. Top view of pools 3 and 10. All measurements are in centimeters and dotted values indicate water depths. Shaded areas indicate areas shaded by riparian vegetation.

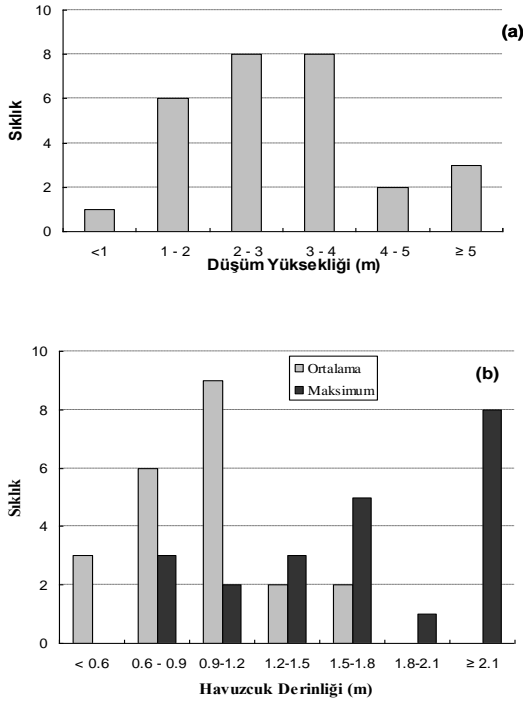
Ölçümlerin gerçekleştirildiği tarihlerdeki akım karakteristikleri Tablo 2'de sunulmuştur. Tabloda, T_a , T_u , and T_d sırasıyla hava sıcaklığını, havuz girişindeki suyun sıcaklığını ve havuz çıkışındaki su sıcaklığını göstermektedir; C_s , C_u , and C_d sırasıyla, doymuş ÇO değerini, havuz girişindeki ÇO konsantrasyonunu, havuz çıkışındaki ÇO konsantrasyonunu ve Q debiyi göstermektedir. Tablo 2'deki değerler incelendiğinde akarsu

sıcaklığının genelde hava sıcaklığını mevsimsel olarak takip ettiği görülmektedir. Akarsuda su oldukça türbülanslı aktığından ve akarsuya bir kirletici karışmadığından, suyun

çözünmüş oksijen konsantrasyonu tam doymun haldedir. Dolayısıyla havuzcuğun giriş ve çıkışında ÇO konsantrasyonları arasında bir değişim gözlenmemiştir.

Table 1. Harmankaya Deresi'nde tespit edilen su düşümü-havuzların fiziksel özellikleri.
Table 1. The physical properties of the water drop-pools detected in Harmankaya Stream.

	Kaynağa olana mesafe (m)	Rakım (m)	Düşüm Yüksekliği (m)	Düşümün eğimi (derece)	Uzunluk (m)	Maksimum genişlik (m)	Ortalama derinlik (m)	Maksimum derinlik (m)
1	2251	378	2,5	30	13,85	8,85	0,86	1,5
2	2197	375	1,1	90	12,4	5,5	0,53	0,8
3	2433	373	7	90	15,4	17,4	1,59	2,55
4	2532	365	3,25	90	15,3	13	0,82	1,2
5	2607	327	3,5	45	18,1	3,9	0,41	0,6
6	2644	321	2,1	90	16,5	4,25	0,65	1,4
7	2677	319	1,1	90	11,7	17,75	1,2	2,2
8	2776	315	2,9	90	16	21,6	1,13	2,1
9	2862	312	0,7	90	5,65	14	0,93	1,75
10	2867	292	4,5	50	11,9	19,1	0,97	1,75
11	2960	287	1,4	90	9,7	13,8	0,95	1,45
12	3441	266	2	90	10	6	0,39	0,75
13	3652	255	1,5	90	5,7	11,6	0,93	1,7
14	3725	251	2,1	80	10,4	7	0,69	1
15	4162	220	20	90	9,1	6,1	0,85	2,35
16	4291	162	1,5	90	23	2,3	1,24	2,3
17	4481	135	2,8	45	27	7,7	1,14	2,5
18	4623	130	1	45	12,3	13,5	0,88	2
19	4700	129	4,5	65	6,16	11,6	0,98	2,1
20	4764	124	2,15	80	13,1	11,7	0,97	1
21	4827	122	2,3	90	10,4	15,9	1,68	3,4
22	5075	100	10,7	90	4,8	19,1	1,03	1,65



Şekil 6. Harmankaya Deresi'ndeki su düşümü-havuz yapılarının düşüm yüksekliği ve havuz derinliği ilgili histogramlar.

Figure 6. Histograms of the water drop-fall height and pool depth of the pool structures in Harmankaya Stream.

Bahar döneminin başlangıcında, su sıcaklığı ve ÇO düşey profili oldukça üniform bir yapı sergilemiştir (Şekil 7). Daha sonra, hava sıcaklığının 11,5 °C'den 14,5 °C'ye yükselmesi, su sıcaklığının 10,6 °C'den 12,6 °C'ye çıkmasına sebep olmuştur. Bu durum ise yüzeydeki ÇO konsantrasyonunun %6,5'a düşmesine yol açmıştır (Şekil 7).

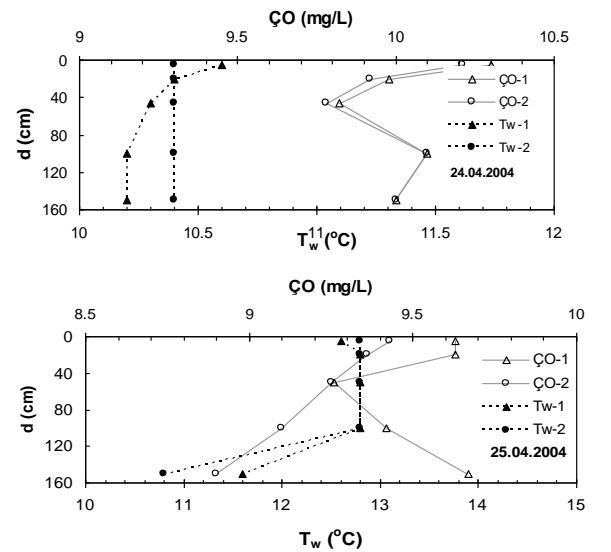
Sonbahar döneminde, su sıcaklığının düşmesiyle, ÇO seviyesi artış eğilimindedir ve balıkların yaşamların devam ettirmeleri için gerekli olan ÇO > 5 mg/L (Welch &

Jacoby, 2004) değerinin oldukça yukarıdadır (Şekil 9). Ölçümlerin işaret ettiği bir diğer önemli sonuç ise, bütün dönemlerde havuz tabanına doğru ÇO seviyelerinin azalan bir gidiş sergilediğidir.

Table 2. Harmankaya deresi 7. havuzda ölçüm yapılan tarihlerdeki akım koşulları.

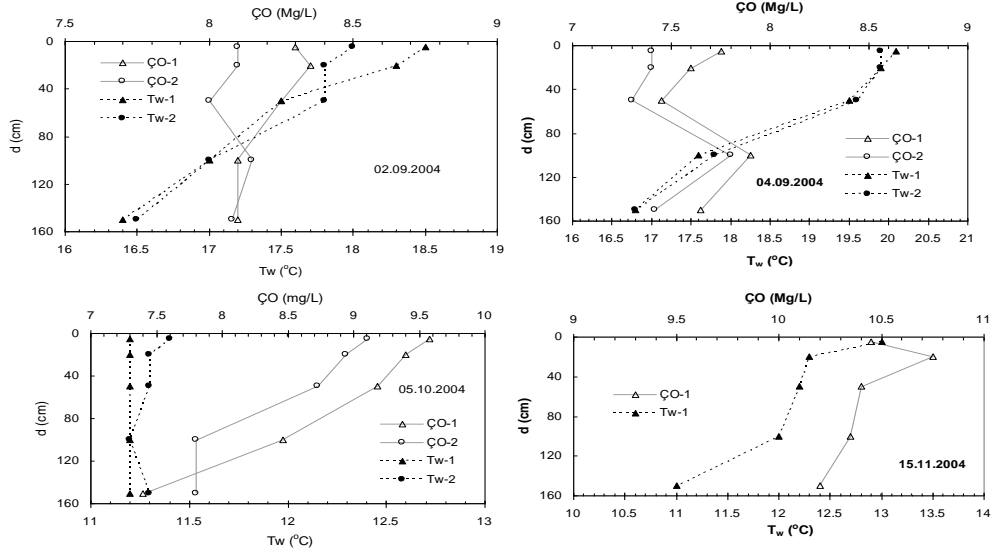
Table 2. Flow conditions in Harmankaya Stream 7th pool at the time of measurement.

Tarih	T _a (°C)	C _s (mg/L)	Q (L/s)	C _u (mg/L)	T _{wu} (°C)	C _d (mg/L)	T _{wd} (°C)
24.04.2004	11,5	10,35	58	10,32	10,8	10,59	10,5
25.04.2004	14,5	9,53	54,4	9,81	12,1	9,75	12,9
13.06.2004	19,3	9,22	8,97	8,95	20	9,8	17,9
19.06.2004	22,9	8,8	8,8	9,25	18,7	9,52	17,7
06.07.2004	25	9,09	8,8	9,52	18,5	10,1	20,4
09.07.2004	25	8,61	8,2	8,9	25,5	9,15	19,1
09.07.2004	21,3	8,75	8,2	7,92	22	8,1	20,2
19.08.2004	20,5	9	11,12	9,32	17,9	9,42	17,7
02.09.2004	19,2	8,79	8,9	9	16,8	9,07	16,7
02.09.2004	23	8,28	8,9	8,4	19,9	8,8	18,8
04.09.2004	20,6	8,42	4	8	20,9	8,27	19,6
05.10.2004	16,6	9,37	2,39	10,2	10,4	9,8	11,4
05.11.2004	13,5	11,9	1	10,75	12,8	10,75	12,8



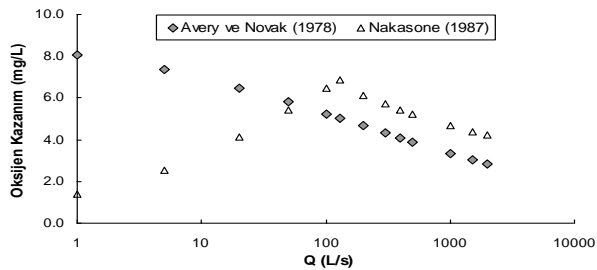
Şekil 8. Yaz döneminde 7. havuzdaki ÇO ve T_w'nin derinlik boyunca farklı bölgelerde değişimi.

Figure 8. Variation of DO and T_w in pool 7 in different regions along the depth during the summer period.



Şekil 9. Sonbahar döneminde 7. havuzdaki ÇO ve T_w 'nin derinlik boyunca farklı bölgelerde değişimi.
Figure 9. Variation of DO and T_w in pool 7 in different regions along the depth in the autumn period.

7. havuzun havalandırma verimliliği Avery & Novak, (1978) ve Nakasone, (1987) formülleri kullanılarak farklı debilerde $C_u=0$ olduğu durum için tahmin edilmeye çalışılmıştır (Şekil 10). İki formül sonuçlarında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. 130 L/s debiye kadar iki formül birbirine ters gidiş sergilemiştir ve bu değerden sonra uyum sergilemişlerdir. Avery & Novak, (1978) formülüne göre en büyük oksijen kazanımını 8,2 mg/L'le $Q=1$ L/s'de sağlamış; buna karşın Nakasone, (1987) formülünde en büyük oksijen kazanımını 6,9 mg/L'le $Q=130$ L/s'de sağlamıştır. Havuzcuğun boyutları dikkate alındığında, Nakasone, (1987) formülü dağ akarsularındaki su düşümlerinin havalandırma verimliliğini daha tutarlı tahmin ettiği çıkarımı yapılmıştır. Ayrıca, Van der Kroon & Scharm, (1969) bir savaktaki su düşümünü bölerek parçalara ayırmanın daha etkin bir havalandırma sağladığı önerilmiştir. Bu tasarım önerisi, Nakasone, (1987) ve Wormleaton & Tasang, (2000) sonuçlarıyla doğrulanmıştır. Bu tip parçalara bölünmüş doğal savaklanmalar Harmankaya Akarsuyunda da gözlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 10. Avery & Novak, (1978) ve Nakasone, (1987) formülleriyle 7. havuzdaki havalandırma verimliliğinin debinin fonksiyonu olarak tahmin edilmesi: $h = 1,4$ m, $d_p = 1,5$ m, $B = 2$ m (nap genişliği), $T_w = 20$ °C, $C_u = 0$ mg/L, and $C_s = 9,05$ mg/L.

Figure 10. Estimation of aeration efficiency in pool 7 as a function of flow rate using the formulas of Avery & Novak, (1978) and Nakasone, (1987): $h = 1,4$ m, $d_p = 1,5$ m, $B = 2$ m (nap width), $T_w = 20$ °C, $C_u = 0$ mg/L, and $C_s = 9,05$ mg/L.



Şekil 11. Harmankaya Deresi'nde üç kısma bölünmüş bir doğal savaklanmadan örnek.
Figure 11. Example of a natural spillway divided into three sections on Harmankaya Stream.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sahada gerçekleştirilen izleme çalışmalarında dağ akarsuyu havuzunda çözülmüş oksijen konsantrasyonunun su sıcaklığına bağlı mevsimsel bir bağımlılığı olduğu ortaya konmuştur. ÇO seviyeleri her mevsimde havuz yüzeyinden havuz tabanına doğru aşağı yönlü bir eğilim göstermiştir. Veriler, özellikle yaz mevsiminde nehir kenarı bitki örtüsünün havuzun sıcaklığına ve çözülmüş oksijen seviyelerine olan etkisi açısından önemli rolünü ortaya koymuştur. Havuz güneş ışığına maruz kaldığında derinlik boyunca termal tabakalaşma meydana geldiği ortaya konmuştur. Ayrıca, iyi gölgeliniş alanın, gölgelik örtüsü nedeniyle su düşümü çarpma alanına kıyasla daha düşük derecede termal tabakalaşma olduğu gösterilmiştir. Nakasone (1987) ampirik formülünün, diğer ampirik formüllerinle kıyasla bir dağ akarsuyu dalma havuzu havalandırma

performansını tahmin etmek için daha uygun sonuçlar verdiği değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Avery, S.T. & Novak, P. (1978).** Oxygen transfer at hydraulic structures. *J. Hydr. Div., ASCE*, **104**(11), 1521-1540.
- Brown, G. (1969).** Predicting Temperatures of Small Streams. *Water Resources Research*, **5**(1), 68-75.
- Butcher, J.B. & Covington, S. (1995).** Dissolved oxygen analysis with temperature dependence. *J. of Environmental Engineering., (ASCE)*, **121**, 756-759.
- Cirpka, O., Reichert, P., Wanner, O., Muller, S.R. & Schwarzenbach, R.P. (1993).** Gas exchange at river cascades: Field experiments and model calculations. *Envir. Sci. and Technol.*, **27**(10), 2086-2097.
- Chanson, H., Brown, R., Ferris, J. & Warburton, K. (2003).** *A hydraulic, environmental and ecological assessment of a sub-tropical stream in eastern Australia: Eprapah creek, Victoria Point QLD on 4 April 2003, Report No. CH52/03, Dept. of Civil Eng., Univ. of Queensland, Australia.*
- Elso, J.I. & Giller, P.S. (2001).** Physical characteristics influencing the utilization of pools by brown trout in afforested catchment in Southern Ireland. *J. Fish Biology*, **58**, 201-222.
- Giller, P.S. & Malmqvist, B. (1998).** *The biology of streams and rivers, Oxford University Press, Great Britain.*
- Gulliver, J.S., Wilhelms S.C. & Parkhill, K.L. (1998).** Predictive capabilities in oxygen transfer at hydraulic structures. *Hydr. Engrg., ASCE*, July 1998, 664-671.
- Gameson, A.L.H., Vandyke, K.G. & Ogden, C.G. (1958).** The effect of temperature on aeration at weirs. *Water and Water Engrg.*, Nov, 489-492.
- Grant, G.E., Swanson, F.J. & Wolman, M. G. (1990).** Pattern and origin of stepped-bed morphology in high-gradient streams, Western Cascades, Oregon. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **102**(3), 340-352.
- LeBlanc, R.T. & Brown, R.D. (2000).** The use of riparian vegetation in stream temperature modification. *J. Ins. Water and Envir. Management*, **14**(4), 297-303.
- Kucukali, S. & Bilir, T. (2004).** Karst hydrogeology of Zonguldak and a roman water supply line. *Proceedings of the IV. National Hydrology Congress of Turkey.*
- Mithcell, S. (1999).** A simple model for estimating mean monthly stream temperatures after riparian canopy removal. *Envir. Management*, **24**(1), 77-83.
- Montgomery, D.R. & Buffington, J.M. (1997).** Channel-reach morphology in mountain drainage basins. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **109**(5), 596-611.
- Nakasone, H. (1987).** Study of aeration at weirs and cascades. *J. Envir.Engrg, ASCE*, **113**, 64-81.
- Sinokrot, B.A. & Stefan, H.G. (1993).** Stream temperature dynamics: Measurements and modeling. *Water Resources Research*, **29**(7), 2299-2312.
- Speece, R.E., Givler, C., Aubert, R., Crate, J., Caire, R. & Siddiqi, R.H. (1982).** Hypolimnion Oxygenation Studies in Clark Hill Lake. *J. Envir. Engrg., ASCE*, **108**(2), 225-244.
- Thandaweswara, B.S. (1974).** *Self aerated flow characteristics in developing zones in hydraulic jumps, Ph.D. thesis, Dept. of Civil Engrg, Indian Institute of Science, India.*
- Van der Kroon, G.T.M. & Scharm, A.H. (1969).** Weir-aeration-Part II. *H2O*, **22**, 538-545.
- Valle, B.E. & Pasternack, G.B. (2002).** TDR measurements of hydraulic jump aeration in the South fork of the American river, California. *Geomorphology*, **42**(2), 153-165.
- Welch, E.B. & Jacoby, J.M. (2004).** *Pollutant effects in freshwater: applied limnology*, Spon Press, London and New York.
- Whittaker, J.G. & Jaeggi, N.R. (1982).** Origin of step-pool systems in mountain streams. *J. Hydr. Engrg., ASCE*, **108**(6), 759-773.
- Wohl, E. (2000).** *Mountain rivers, American Geophysical Union Press, Washington, DC.*
- Wormleaton, P.R. & Tsang, C.C. (2000).** Aeration performance of rectangular planform Labyrinth weirs. *J. Envir. Engrg. ASCE.*, **126**(5), 456-46



Length-Weight and Length-Length Relationships of the Main Commercial Fish Species in Izmir Bay (Aegean Sea Coast of Turkey) / 2020-2021 Fishing Season^[*]

Bahar BAYHAN¹ Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU^{2*}

¹Faculty of Fisheries, Ege University, İzmir, Türkiye

²Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Giresun University, Giresun 28200, Türkiye

Geliş/Received: 12.05.2022

Kabul/Accepted: 26.09.2022

Yayın/Published: 30.09.2022

How to cite: Bayhan, B. & Aydın Uncumusaoğlu, A. (2022). Length-Weight and Length-Length Relationships of the Main Commercial Fish Species in Izmir Bay (Aegean Sea Coast of Turkey) / 2020-2021 Fishing Season. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(3), 380-384.
Atıf yapmak için Bayhan, B. & Aydın Uncumusaoğlu, A. (2022). İzmir Körfezi'nde (Türkiye'nin Ege Denizi Kıyısı) Başlıca Ticari Balık Türlerinin Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri / 2020-2021 Av Sezonu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(3), 380-384.

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-9676-7737>
ID: <https://orcid.org/0000-0003-2807-7512>

***Corresponding author's:**

Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU
Department of Environmental Engineering,
Faculty of Engineering, Giresun University,
Giresun 28200, Türkiye
✉: arzu.a.uncumusaoğlu@gmail.com

Abstract: In this study, a total of 366 samples were collected and 30 of them belonged to *Sardina pilchardus*, 54 of *Engraulis encrasicolus*, 30 of *Belone svetovidovi*, 18 of *Caranx rhonchus*, 12 of *Trachurus mediterraneus*, 10 of *Trachurus trachurus*, 21 of *Mullus barbatus*, 30 of *Mullus surmuletus*, 30 of *Boopss boops*, 35 of *Oblada melanura*, 46 of *Scomber colias*, 22 of *Scomber scombrus* and 28 of *Solea solea*, were obtained by commercial fishermen in the Izmir Bay (Aegean sea coast of Turkey) during period of 2020 and 2021 fishing season.

Negative allometry was determined for *Caranx rhonchus*, *Scomber colias* and *Solea solea* while positive allometry was present for *Engraulis encrasicolus* and the remaining 9 fish species have isometric growth.

The results indicated further that the length-length relationships were highly correlated for all examined fish species ($r^2 > 0.900$, $P < 0.05$).

Keywords: Fishes, length-weight relationship, length-length relationship, izmir bay, aegean sea.

İzmir Körfezi'nde (Türkiye'nin Ege Denizi Kıyısı) Başlıca Ticari Balık Türlerinin Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri / 2020-2021 Av Sezonu

Öz: Bu çalışmada 30'u *Sardina pilchardus*, 54'ü *Engraulis encrasicolus*, 30'u *Belone svetovidovi*, 18'i *Caranx rhonchus*, 12'si *Trachurus mediterraneus*, 10'u *Trachurus trachurus*, 21'i *Mullus barbatus*, 30'u *Mullus surmuletus*, 30'u *Boopss boops*, 35'i *Oblada melanura*, 46'sı *Scomber colias*, 22'si *Scomber scombrus* ve 28'i *Solea solea* olmak üzere toplam 366 adet örnek 2020-2021 balıkçılık sezonunda İzmir Körfezi (Türkiye'nin Ege Denizi kıyıları)nde avlanan ticari balıkçılardan elde edilmiştir.

Caranx rhonchus, *Scomber colias* ve *Solea solea* için negatif allometri belirlenirken, *Engraulis encrasicolus* için pozitif allometri ve diğer 9 balık türü isometrik büyüme saptanmıştır.

Sonuçlar ayrıca incelenen tüm balık türleri için boy-boy ilişkilerinin yüksek düzeyde ilişkili olduğunu göstermiştir ($r^2 > 0,900$, $P < 0,05$).

Anahtar kelimeler: Balıklar, boy-ağırlık ilişkisi, boy-boy ilişkisi, izmir körfezi, ege denizi.

INTRODUCTION

The length-weight relationship (LWR) in fish is described by the power function $W = aL^b$, where W is weight, L is length and a and b are the species-specific parameters of the function, which can be estimated by

regression analysis (Le Cren, 1951). Length-weight relationships (LWRs) have been commonly used by fisheries managers and aquatic biologists to appraise the fish stocks, the fisheries ecology and the population dynamics in aquatic ecosystems. and semi-controlled aquatic environments

(Ricker, 1968). The length-weight relationships help evaluate the condition, reproduction history, life cycle and the general health of fish species (Pauly, 1993) and are useful in local and interregional morphological and life historical comparisons in species and populations. Also the productivity level and ecological health of aquatic ecosystems could be assessed via length-weight models (Deekae & Abowei, 2010). These models help to evaluate the well-being and the growth patterns of fishes (Muchlisin et al., 2010; Ndiaye et al., 2015).

In fisheries studies, fish length can often be measured more rapidly and easily than mass. The knowledge of the length-weight relationship makes it easier to determine the mass where only the length is known. In the field, the tail fin are often cut which makes it difficult to measure the total length accurately. Knowing the standard length will enable us figure out the total length.

The length-weight relationships of the fish populations which examined this research were described by previous studies both in Turkish seas and in other localities (Torres et al., 2012; Daley, 2018; Froese & Pauly, 2022).

However, the length-weight parameters of the same species may be different in the population because of feeding, reproduction activities and fishing etc. Therefore we need to know length-weight relationships of fish which are captured in a given place in a certain period of time. The present study provides information on the length-weight and length-length relationships of 13 fish species, including some commercially important, found in Izmir Bay (central Aegean Sea of Turkey) in 2020 and 2021. The species studied are *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Belone svetovidovi*, *Caranx rhonchus*, *Trachurus mediterraneus*, *Trachurus trachurus*, *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, *Boops boops*, *Oblada melanura*, *Scomber colias*, *Scomber scombrus* and *Solea solea*.

MATERIALS AND METHODS

In this study, 366 specimens were obtained from commercial fishermen in the Izmir Bay (central Aegean Sea of Turkey) between 2020 and 2021. Izmir Bay has a great ecological and economic importance of many fish species in the Aegean Sea coast of Turkey. Total length (TL), fork length (FL) and standart length (SL) of all individuals was measured using a 0.1 cm class interval and a total weight (W) of each specimen was measured to the nearest 0.01 g. Total length of all specimens was used in order to calculate the length-weight relationship (LWR), which was calculated by log transformed data $\log: W = \log a + b \log L$ where. (W) is the total weight (g), (L) is the total length (cm), (a) the intercept and (b) the slope or allometric coefficient (Ricker, 199). The statistical significance level of r^2 was estimated by linear regressions on the transformed equation. Allometric

coefficient (b) larger or smaller than 3.0 shows an allometric growth (Bagenal and Tesch, 1978). Value b is > 3 and it can be said to have a positive allometric growth. However, $b < 3$ showed a negative allometric growth or isometric growth when equal to 3.0.

Moreover, (1) TL vs FL; (2) FL vs SL; and (3) SL vs TL relationships were calculated by linear regressions. Length-length relationship (LLR) was measured as $TL = a + bSL$ equations to standardize the length values used in other studies.

In order to test for likely significant differences in both slope and intercept, covariance analysis was performed. All statistical analyses were evaluated at $p < 0.05$ significance level.

RESULTS

Fish from 13 species from 8 families and five orders were analyzed in present study. All examined individuals of *Sardina pilchardus* showed length group values of 11.1-15.0 cm. Mean total length and weight values of the species were 12.2 ± 0.15 cm and 13.9 ± 0.59 g, respectively. Total length-weight relationship was found $W = 0.0054 * TL^{3.137}$ ($r^2 = 0.904$) with an isometric growth. 54 individuals of *Engraulis encrasicolus* species exhibited minimum maximum length range of 9.2-11.0 cm. Its mean total length and weight values were 10.2 ± 0.09 cm and 13.9 ± 0.59 g, respectively. Total length and weight relationship was $W = 0.0011 * TL^{3.726}$ ($r^2 = 0.886$) with a positive allometric growth. 30 individuals of *Belone svetovidovi* had a minimum maximum length range of 28.8-36.7 cm. Its mean total length and weight values were 33.1 ± 0.42 cm and 38.5 ± 1.73 g, respectively. Total length weight relationship was $W = 0.0003 * TL^{3.356}$ ($r^2 = 0.849$) with an isometric growth. 18 individuals of *Caranx rhonchus* had a minimum maximum length range of 13.5-18.1 cm. Its mean total length and weight values were 15.5 ± 0.28 cm and 32.6 ± 1.49 g, respectively. Total length weight relationship was $W = 0.0968 * TL^{2.239}$ ($r^2 = 0.809$) with a negative allometric growth. 12 individuals of *Trachurus mediterraneus* species exhibited minimum maximum length range of 11.5-17.8 cm. Its mean total length and weight values were 13.8 ± 0.49 cm and 22.3 ± 2.95 g, respectively. Total length and weight relationship was $W = 0.0038 * TL^{3.137}$ ($r^2 = 0.904$) with an isometric growth. 10 individuals of *Trachurus trachurus* had a minimum maximum length range of 20.5-24.5 cm. Its mean total length and weight values were 12.8 ± 0.41 cm and 102.3 ± 4.84 g, respectively. Total length weight relationship was $W = 0.0486 * TL^{2.444}$ ($r^2 = 0.816$) with an isometric growth. 21 individuals of *Mullus barbatus* had a minimum maximum length range of 14.0-18.8 cm. Its mean total length and weight values were 15.8 ± 0.26 cm and 42.4 ± 2.12 g, respectively. Total length weight relationship was $W = 0.0177 * TL^{2.815}$ ($r^2 = 0.903$) with

an isometric growth. 30 individuals of *Mullus surmuletus* species exhibited minimum maximum length range of 13.0-15.3 cm. Its mean total length and weight values were 14.2±0.11 cm and 34.9±0.88 g, respectively. Total length and weight relationship was $W = 0.0094 * TL^{3.098}$ ($r^2 = 0.889$) with an isometric growth. 30 individuals of *Boops boops* had a minimum maximum length range of 13.0-19.0 cm. Its mean total length and weight values were 15.9±0.31 cm and 39.6±2.37 g, respectively. Total length weight relationship was $W = 0.0053 * TL^{3.209}$ ($r^2 = 0.969$) with an isometric growth. 35 individuals of *Oblada melanura* species exhibited minimum maximum length range of 19.1-26.0 cm. Its mean total length and weight values were 22.2±0.29 cm and 143.6±5.85 g, respectively. Total length and weight relationship was $W = 0.0182 * TL^{2.889}$ ($r^2 = 0.951$) with an isometric growth. 46 individuals of *Scomber colias* species exhibited minimum maximum length range of 23.0-30.0 cm.

Its mean total length and weight values were 26.6±0.31 cm and 166.8±5.13 g, respectively. Total length and weight relationship was $W = 0.0483 * TL^{2.480}$ ($r^2 = 0.877$) with a negative allometric growth. 30 individuals of *Scomber scombrus* had a minimum maximum length range of 25.5-31.8 cm. Its mean total length and weight values were 28.2±0.32 cm and 169.8±6.44 g, respectively. Total length weight relationship was $W = 0.0071 * TL^{3.015}$ ($r^2 = 0.837$) with an isometric growth. 28 individuals of *Solea solea* species exhibited minimum maximum length range of 20.5-24.0 cm. Its mean total length and weight values were 22.6±0.17 cm and 98.9±1.85 g, respectively. Total length and weight relationship was $W = 0.0676 * TL^{1.598}$ ($r^2 = 0.386$) with a negative allometric growth (Table 1).

All LLRs presented in Table 2 were highly significant ($p < 0.05$), with all coefficient of determination values being greater than 0.980.

Table 1. Descriptive statistics and estimated parameters of length-weight relationships of main commercial fish species in Izmir Bay (Aegean Sea of Turkey) from 2020 to 2021 (N: number of individuals, a: intercept, b: slope, r²: coefficient of determination).

Ordo	Family	Species	N	TL range (cm) (Min.-Max. Mean ± SE)	W range (g) (Min.-Max. Mean ± SE)	a	b	SE of b	95% C.I. of b	r ²	t-test	Growth type
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	30	11.1-15.0 12.2±0.15	9.6-23.8 13.9±0.59	0.0054	3.137	0.193	2.751-3.523	0.904	0.710	isometric
	Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	54	9.2-11.0 10.2±0.09	4.6-8.7 6.2±0.41	0.0011	3.726	0.186	3.354-4.098	0.886	3.903*	+allometry
Beloniformes	Belonidae	<i>Belone svetovidovi</i> Collette & Parin, 1970	30	28.8-36.7 33.1±0.42	20.5-56.4 38.5±1.73	0.0003	3.356	0.268	2.820-3.892	0.849	1.328	isometric
Perciformes	Carangidae	<i>Caranx rhonchus</i> E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1877	18	13.5-18.1 15.5±0.28	21.9-49.7 32.6±1.49	0.0968	2.239	0.272	1.695-2.783	0.809	-2.798	-allometry
		<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	12	11.5-17.8 13.8±0.49	12.1-48.5 22.3±2.95	0.0038	3.137	0.193	2.751-3.523	0.904	0.710	isometric
		<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	10	20.5-24.5 22.8±0.41	73.1-117.7 102.3±4.84	0.0486	2.444	0.410	1.624-3.264	0.816	-1.316	isometric
Mullidae		<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758	21	14.0-18.8 15.8±0.26	28.8-64.5 42.4±2.12	0.0177	2.815	0.212	2.391-3.239	0.903	-0.873	isometric
		<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758	30	13.0-15.3 14.2±0.11	26.7-43.5 34.9±0.88	0.0094	3.098	0.207	2.684-3.512	0.889	0.473	isometric
Sparidae		<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	30	13.0-19.0 15.9±0.31	21.4-65.0 39.6±2.37	0.0053	3.209	0.109	2.991-3.427	0.969	1.917	isometric
		<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)	35	19.1-26.0 22.2±0.29	94.97-232.99 143.6±5.85	0.0182	2.889	0.114	2.661-3.117	0.951	-0.974	isometric
Scombriformes	Scombridae	<i>Scomber colias</i> Gmelin, 1789	46	23.0-30.0 26.6±0.31	109.9-243.8 166.8±5.13	0.0483	2.480	0.140	2.200-2.760	0.877	-3.714	-allometry
		<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758	22	25.5-31.8 28.2±0.32	120.78-228.35 169.8±6.44	0.0071	3.015	0.297	2.421-3.609	0.837	0.051	isometric
Pleuronectiformes	Soleidae	<i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)	28	20.5-24.0 22.6±0.17	91.0-121.1 98.9±1.85	0.0676	1.598	0.395	0.808-2.388	0.386	-3.549	-allometry
Total			366									

Table 2: Length-length relationships between total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL) of main commercial fish species in Izmir Bay (Aegean Sea of Turkey) from 2020 to 2021 (N: number of individuals, a: intercept, b: slope, r²: coefficient of determination).

Ordo	Family	Species	Equation	N	a	b	r ²
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	FL=a+bSL	30	0.4036	1.0144	0.980
			TL=a+bFL TL=a+bSL		-0.0118	1.1091	0.974
Engraulidae		<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	FL=a+bSL	54	0.3147	1.1366	0.975
			TL=a+bFL TL=a+bSL		1.0804	0.9353	0.971
Beloniformes	Belonidae	<i>Belone svetovidovi</i> Collette & Parin, 1970	FL=a+bSL	30	-0.3269	1.1420	0.956
			TL=a+bFL TL=a+bSL		0.7497	1.0862	0.960
Perciformes	Carangidae	<i>Caranx rhonchus</i> E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1877	FL=a+bSL	18	1.2031	0.9859	0.985
			TL=a+bFL TL=a+bSL		-0.3253	1.0491	0.991
					1.0047	1.0322	0.972
		<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	FL=a+bSL	12	0.8571	0.9827	0.983
			TL=a+bFL TL=a+bSL		2.3677	0.9684	0.958
					2.6798	0.9917	0.903
		<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	FL=a+bSL	10	0.4775	1.0069	0.997
			TL=a+bFL TL=a+bSL		-0.3765	1.1496	0.991
					1.0460	1.1598	0.991
Mullidae		<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758	FL=a+bSL	21	2.1965	0.9303	0.902
			TL=a+bFL TL=a+bSL		-0.9895	1.1728	0.985
					1.3899	1.1012	0.995
		<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758	FL=a+bSL	30	-0.4914	1.1250	0.975
			TL=a+bFL TL=a+bSL		-0.6115	1.1784	0.969
					-1.1902	1.3257	0.945
Sparidae		<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	FL=a+bSL	30	0.4824	1.0303	0.923
			TL=a+bFL TL=a+bSL		1.0182	1.0601	0.938
					1.1781	1.1227	0.915
		<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)	FL=a+bSL	35	0.6479	1.0099	0.993
			TL=a+bFL TL=a+bSL		0.4236	1.1613	0.989
					0.2767	1.1767	0.989
Scombriformes	Scombridae	<i>Scomber colias</i> Gmelin, 1789	FL=a+bSL	46	-0.6765	1.1253	0.971
			TL=a+bFL TL=a+bSL		0.7476	1.1113	0.976
					0.2678	1.2654	0.970
		<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758	FL=a+bSL	22	0.2743	1.0106	0.958
			TL=a+bFL TL=a+bSL		-1.1094	1.1428	0.927
					-1.0425	1.1653	0.975
Pleuronectiformes	Soleidae	<i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)	FL=a+bSL	28	1.4348	0.9659	0.989
			TL=a+bFL TL=a+bSL		3.0606	0.9632	0.959
					4.3443	0.9342	0.956
					2.2075	1.0209	0.908

Table 3. LWRs of commercial fish species from different areas (N: number of individuals, *a*: intercept, *b*: slope, *r*²: coefficient of determination).

Species	References	Country, Locality	N	Length range (TL, cm)	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i> ²	SE of <i>b</i>	95% C.I. of <i>b</i>
<i>Sardina pilchardus</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 75 studies	25820	1.7-26.0	0.0057	3.110	-	0.220	2.670-3.550
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	30	12.6-28.4	0.0119	3.182	0.972	0.193	2.751-3.523
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 93 studies	66420	2.1-20.0	0.0055	3.040	-	0.283	2.474-3.406
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	54	9.2-11.0	0.0011	3.726	0.886	0.186	3.354-4.098
<i>Belone svetovidovi</i>	Bilge et al., 2014	Turkey, Southern Aegean Sea / 2009-2010	36	28.2-41.8	0.0070	3.117	0.830	0.114	2.889-3.345
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	30	28.8-36.7	0.0003	3.356	0.849	0.268	2.820-3.892
<i>Caranx rhonchus</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 6 studies	132	7.0-38.0	0.0224	2.790	-	0.195	2.400-3.180
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	18	13.5-18.1	0.968	2.239	0.809	0.272	1.695-2.783
<i>Trachurus mediterraneus</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 24 studies	7707	3.9-51.0	0.096	2.990	-	0.200	2.590-3.390
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	12	11.5-17.8	0.0038	3.137	0.904	0.193	2.751-3.523
<i>Trachurus trachurus</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 60 studies	57916	2.0-46.5	0.0091	2.970	-	0.160	2.650-3.290
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	10	20.5-24.5	0.0486	2.444	0.816	0.410	1.624-3.264
<i>Mullus barbatus</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 69 studies	82596	5.0-38.2	0.0085	3.120	-	0.156	2.808-3.432
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	21	14.0-18.8	0.0177	2.815	0.903	0.212	2.391-3.239
<i>Mullus surmuletus</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 75 studies	23719	4.4-46.5	0.0083	3.160	-	0.165	2.830-3.490
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	30	13.0-15.3	0.0094	3.098	0.889	0.207	2.684-3.512
<i>Boops boops</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 37 studies	7182	3.7-40.0	0.0087	3.060	-	0.158	2.744-3.376
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	30	13.0-19.0	0.0053	3.209	0.969	0.109	2.991-3.427
<i>Oblada melanura</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 14 studies	6868	8.0-36.6	0.0098	3.090	-	0.265	2.560-3.620
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	35	19.1-26.0	0.0182	2.889	0.951	0.114	2.661-3.117
<i>Scomber colias</i>	Daley, 2018	Northwest Atlantic	1136	22.4-38.6	0.0258	2.720	-	0.070	2.580-2.860
	Torres et al., 2012	Spain, Gulf of Cadiz	1307	9.0-35.1	0.0510	3.131	0.940	-	-
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	46	23.0-30.0	0.0483	2.480	0.877	0.140	2.200-2.760
<i>Scomber scombrus</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 35 studies	51608	7.5-47.5	0.0035	3.250	-	0.280	2.690-3.810
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	22	25.5-31.8	0.0071	3.015	0.837	0.297	2.421-3.609
<i>Solea solea</i>	Froese and Pauly, 2022	Selected 25 studies	16855	3.0-59.0	0.0068	3.100	-	0.258	2.584-3.616
	This study	Turkey, Izmir Bay / 2020-2021	28	20.5-24.0	0.0676	1.598	0.386	0.395	0.808-2.388

DISCUSSION AND CONCLUSION

In the present study, 366 individuals belonging to eight fish family species were examined. Studies previously made on length- weight relationship for 13 species examined in the present study are shown in Table 3.

Type of growth in fish (parameter *b* of LWR) normally tends to isometry, in the majority of species, fall between 2.5 and 3.5 (Froese, 2006) or 2 to 4 (Tesch, 1971). In this study, *b* values of the studied fish species were within these expected ranges.

Normally the differences in LWR parameters between different studies are related to different environmental and biological factors (Torres et al., 2012), spatial variation (Sparre et al., 1989), due to the influence of water quality or food availability on fish growth (Mommensen, 1998), photoperiodism and water temperature (Schultz and Conover, 1997), and also to the characteristics of the sampling, e.g., size ranges, number of individuals sampled, etc. (Torres et al., 2012). Such differences in values *b* can be ascribed to one or a combination of most of the factors including differences in the number of specimens examined area/season effects and distinctions in the observed length ranges of the specimens caught to which duration of sample collection can be added as well (Moutopoulos and Stergiou, 2002). Furthermore, the degree of sexual maturity, diet, fullness or emptying gut and sampling techniques, number and duration of sampling can affect its value (Wootton, 2003; Eagderi et al., 2020).

In conclusion, this study provided new information about LWRs and LLRs for 13 commercial important fish species from Izmir Bay (central Aegean Sea of Turkey) of 2020-2021 fishing season, *Trachurus trachurus* of which is included in vulnerable category by International Union for Conservation of Nature (IUCN) is

expected to be of great contribution to fisheries management studies in future. Also added further data to those previously reported species, which will be helpful in biological studies. It is hoped that the present study leads to an improved knowledge and better understanding of the central Aegean Sea fish community.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out with the financial support of the Ege University Scientific Research Project (FGA_2020_21869), Izmir, Turkey.

REFERENCES

- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. (1978).** Age and growth. In: T. Bagenal (Ed.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. 3rd Edn. IBP Handbook No. 3. Blackwell Science Publications. Oxford: 101-136.
- Bilge, G., Yapici, S., Filiz, H. & Cerim, H. (2014).** Weight-length relationships for 103 fish species from the southern Aegean sea, Turkey. *Acta Ichthyol. Piscat.*, **44**(3), 263-269.
- Daley, T. (2018).** Growth and reproduction of Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the Northwest Atlantic. M.S. Thesis, *University of Southern Mississippi*.
- Deekae, S.N. & Abowei, J.F.N. (2010).** *Macrobrachium mac-robachion* (Herklots, 1851) length-weight relationship and Fulton's condition factor in Luubara creek. Ogoni land. Niger Delta. Nigeria. *International Journal of Animal and Veterinary Advances*, **2**(4), 155-162.
- Eagderi, S. Mouludi-Saleh, A. & Cicek, E. (2020).** Length-weight relationship of ten species of Leuciscinae sub-family (Cyprinidae) from Iranian inland waters. *International Aquatic Research*.

- 12(2), 133-136. DOI: [10.22034/iar\(20\).2020.1891648.1004](https://doi.org/10.22034/iar(20).2020.1891648.1004).
- Froese, R. (2006).** Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241-253. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x).
- Froese, R. & Pauly, D. (2022).** FishBase. 2022. World Wide Web Electronic Publication. Available at: [Http://Www. Fishbase. Org](http://www.fishbase.org) (Accessed on 10 February 2022).
- IUCN. (2022).** International Union for Conservation of Nature. <https://www.iucnredlist.org/>
- Le Cren, E.D. (1951).** The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, 20(2), 201-219.
- Mommsen, T.P. (1998).** Growth and metabolism. In: EVANS, D.H. (ed.) *The Physiology of Fishes*. CRC Press, New York. 65-97 p.
- Moutopoulos, D.K. & Stergiou, K.I. (2002).** Length-weight and length-length relationships of fish species of the Aegean Sea (Greece). *J. Appl. Ichthyol.* 18(3), 200-203. DOI: [10.1046/j.1439-0426.2002.00281.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2002.00281.x)
- Muchlisin, Z.A., Musman, M. & Siti Azizah, M.N. (2010).** Length-weight relationships and condition factors of two threatened fishes. *Rasbora tawarensis* and *Poropuntius tawarensis*. endemic to Lake Laut Tawar. Aceh Province. Indonesia. *Journal of Applied Ichthyology*. 26(6). 949-953. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2010.01524.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01524.x)
- Ndiaye, W., Diouf, K., Samba, O., Ndiaye, P. & Panfili, J. (2015).** The length-weight relationship and condition factor of white grouper (*Epinephelus aeneus*. Geoffroy Saint Hilaire. 1817) at the south-west coast of Senegal. West Africa. *International Journal of Advanced Research*. 3(3), 145-153.
- Pauly, D. (1993).** Fishbyte Section. Editorial. *Naga. ICLARM Quart.* 16:26.
- Ricker, W.E. (1968).** Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3.
- Ricker, W.E. (1979).** Growth rates and Models. In: Hoar WS, Randall DJ & Brett JR (eds), *Fish Physiology*, Vol. VIII, Bioenergetics and Growth, Academic Press, 677-743.
- Schultz, E.T. & Conover, D.O. (1997).** Latitudinal differences in somatic energy storage: adaptive responses to seasonality in an estuarine fish (Atherinidae: *Menidia menidia*). *Oecologia*, 109(4), 516-529.
- Sparre, P., Ursin, E. & Venema, S.C. (1989).** Introduction to tropical fish stock assessment. Part I. Manual. In: *FAO Fisheries Technical Paper* No. 306. 407p.
- Tesch, F.W. (1971).** Age and growth. In W. E. Ricker (Ed.). *Methods for assessment of fish production in fresh waters* (pp. 98-130). Blackwell Scientific Publications.
- Torres, M.A., Ramos, F. & Sobrino, I. (2012).** Length-weight relationships of 76 fish species from the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Fish. Res.*, 127-128, 171-175.
- Wootton, R. J. (2003).** *Ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall Ltd.