

**Marine and Life Sciences**

**E-ISSN: 2687-5802**



**M & L S**

**A  
R  
I  
N  
E**

**I  
F  
E**

**C  
I  
E  
N  
C  
E  
S**

**Volume 2 Issue 2**

**December 2020**



**Marine and Life Sciences**

E-ISSN: 2687-5802

**M & L S**  
A R I N E I F E C I E N C E S

## **Marine and Life Sciences**

**2020, Volume 2, Issue 2**

**December 2020**

Marine and Life Sciences (MLS) yılda iki defa yayımlanan uluslararası bilimsel ve hakemli bir dergidir. Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizcedir. Yayımlanan yazıların tüm yayın hakları dergiye aittir. Makalelerin içerikleriyle ilgili her türlü yasal sorumluluk yazar(-lar)a aittir.

Marine and Life Sciences (MLS) is an international scientific and refereed journal published twice a year. The publication languages of the journal are English and Turkish. All publishing rights of the articles belong to the journal. All legal liability for the contents of the articles belongs to the author(s).

### **Corresponding address**

Iskenderun Technical University  
Faculty of Marine Sciences and Technology  
31200 Iskenderun-Hatay/TURKEY

marineandlifesciences@gmail.com

<https://dergipark.org.tr/en/pub/marlife>



# Marine and Life Sciences

E-ISSN: 2687-5802

**M & L S**  
A R I N E  
I F E  
C I E N C E S

## **Editor-in-Chief**

[Dr. Emrah ŞİMŞEK](#)

Iskenderun Technical University, TURKEY

## **Co-Editors**

[Dr. Süleyman ÖZDEMİR](#)

Sinop University, TURKEY

[Dr. Semih KALE](#)

Çanakkale Onsekiz Mart University, TURKEY

## **Technical Editor**

[Dr. Aydın DEMİRCİ](#)

Iskenderun Technical University, TURKEY

## **Language Editors**

[Dr. Muharrem KESKİN](#)

Hatay Mustafa Kemal University, TURKEY

[Ece KILIÇ](#)

Iskenderun Technical University, TURKEY

## Editorial Board

**Dr. Celalettin AYDIN**

Ege University, TURKEY

**Dr. Petya IVANOVA**

Bulgarian Academy of Sciences,  
BULGARIA

**Dr. Mehmet Fatih CAN**

Iskenderun Technical University, TURKEY

**Dr. Şükran Yalçın ÖZDILEK**

Çanakkale Onsekiz Mart University,  
TURKEY

**Dr. Yavuz MAZLUM**

Iskenderun Technical University, TURKEY

**Dr. Deniz ACARLI**

Çanakkale Onsekiz Mart University,  
TURKEY

**Dr. Vahit ÇALIŞIR**

Iskenderun Technical University, TURKEY

**Dr. Hüseyin GÜMÜŞ**

Mersin University, TURKEY

**Özkan AKAR**

Iskenderun Technical University, TURKEY

**Dr. Sinan MAVRUK**

Çukurova University, TURKEY

**Dr. Viktor KARAMUSHKA**

National University of Kyiv-Mohyla  
Academy, UKRAINE

**Dr. Sharif JEMAA**

National Council for Scientific Research,  
LEBANON

**Dr. Yıldız BOLAT**

Isparta University of Applied Sciences,  
TURKEY

**Dr. Ayşe Bahar YILMAZ**

Iskenderun Technical University, TURKEY

**Dr. Abdullah ÖKSÜZ**

Necmettin Erbakan University, TURKEY

**Dr. Emre ÇAĞLAK**

Recep Tayyip Erdoğan University,  
TURKEY

**Dr. Sefa ACARLI**

Çanakkale Onsekiz Mart University,  
TURKEY

**Dr. Sevil DEMIRCI**

Iskenderun Technical University, TURKEY

**Dr. Pervin VURAL**

Çanakkale Onsekiz Mart University,  
TURKEY

# Contents

<b>Evaluation of marine macroalgae for innovative natural medical products</b> Nurdan ÜNAL, Aycan ARAS, Oğulcan HABİBOĞLU, Sinem UĞUR, Mehmet NAZ, Selin SAYIN	<i>Research Article</i>	57-64
<b>The maximum length record of Atlantic Mackerel (<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758) for Turkish Seas</b> Özgür CENGİZ	<i>Research Article</i>	65-70
<b>Temporal variation of microbial load under controlled laboratory conditions of <i>Tubifex tubifex</i> collected from nature</b> Pınar ÇELİK, Fikret ÇAKIR	<i>Research Article</i>	71-77
<b>Comparison of catch efficiency and catch composition of experimental fishing pots designs in Black Sea</b> Yakup ERDEM, Utku Samet ÖKSÜZ, Osman SAMSUN	<i>Research Article</i>	78-84
<b>Technical plans of fishing gears used in the central Black Sea coastal fisheries (Sinop-Samsun)</b> Yakup ERDEM, Süleyman ÖZDEMİR, Uğur ÖZSANDIKÇI, Ferhat BÜYÜKDEVECİ	<i>Research Article</i>	85-96
<b>The growth responses of <i>Eisenia fetida</i> (Savigny 1826) exposed to microplastics</b> Elif Menteş, Şükran Yalçın Özdilek	<i>Research Article</i>	97-104
<b>Effects of Grobiotic®-A on growth, whole body composition, and intestinal histology of endangered brown trout (<i>Salmo trutta macrostigma</i>)</b> Hatice SÖNMEZ, Metin YAZICI, Selmin ÖZER	<i>Research Article</i>	105-112
<b>Seasonality of physicochemical parameters and fin fish diversity at Hakaluki Haor (Fenchungonj Upazilla), Sylhet, Bangladesh</b> Mohammad Amzad HOSSAIN, Ahmad Fazley RABBY	<i>Research Article</i>	113-119
<b>The length-weight relationships of two flatfish species (<i>Solea solea</i> Linnaeus, 1758 and <i>Pegusa lascaris</i> Risso, 1810) caught in the Middle Black Sea coasts</b> Ferhat BÜYÜKDEVECİ, Osman SAMSUN, Uğur ÖZSANDIKÇI	<i>Research Article</i>	120-126



## Evaluation of marine macroalgae for innovative natural medical products

Nurdan Ünal<sup>1</sup>, Aycan Aras<sup>1</sup>, Oğulcan Habiboğlu<sup>1</sup>, Sinem Uğur<sup>1</sup>, Mehmet Naz<sup>2</sup>, Selin Sayın<sup>\*1</sup>

\*Corresponding author: [selin.sayin@iste.edu.tr](mailto:selin.sayin@iste.edu.tr)

Received: 19.07.2020

Accepted: 09.09.2020

### Affiliations

<sup>1</sup>Iskenderun Technical University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Marine Technologies, Iskenderun, Hatay, TURKEY

<sup>2</sup>Iskenderun Technical University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, Iskenderun, Hatay, TURKEY

### Keywords

Macroalgae  
Biochemical composition  
Antioxidant  
Antimicrobial  
Medical

### ABSTRACT

In the research, biochemical compositions of four different marine macroalgae species, nutrient components (Nitrogen (N), Carbon (C), Hydrogen (H)) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical sweeping capacity for innovative natural medicine antioxidant properties and antimicrobial activities were determined. *Jania rubens*, *Hypnea musciformis*, *Padina pavonica* and *Ulva rigida* were collected from Iskenderun Bay. It has been determined that *U. rigida* has the highest protein (12.605%) and lipid (1.54%) dry weight among the species. It was determined that the ash content in the species was between 22.365 and 76.646% dry weight. The species with the highest DPPH radical scavenging feature was determined as *H. musciformis* with 69.053% inhibition percentage and it was found to be effective against *Escherichia coli* and *Candida albicans* in the antimicrobial efficacy tests for this species.

## İnovatif doğal medikal ürünler için bazı denizel makroalgelerin değerlendirilmesi

### ÖZET

Araştırmada inovatif doğal medikal için dört farklı denizel makroalg türünün biyokimyasal kompozisyonları, besin maddesi bileşenleri (Nitrojen (N), Karbon (C), Hidrojen (H)) ve DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal süpürme kapasitesi üzerinden antioksidan özellikleri ve antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. *Jania rubens*, *Hypnea musciformis*, *Padina pavonica* ve *Ulva rigida* türü makroalgler Iskenderun Körfezi'nden toplanmıştır. *U. rigida*'nın türler arasında kuru ağırlıkta en yüksek protein (%12,605) ve lipit (%1,54) içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Türlerdeki kül içeriğinin kuru ağırlık olarak %22.365 -76.646 arasında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek DPPH radikal süpürme özelliği gösteren tür %69,053 inhibisyon yüzdesi ile *H. musciformis* olarak belirlenmiş ve bu tür için yapılan antimikrobiyal etkinlik testlerinde, *Escherichia coli* ve *Candida albicans*'a karşı etkili olduğu belirlenmiştir

### Anahtar Kelimeler

Makroalg  
Biyokimyasal kompozisyon  
Antioksidan  
Antimikrobiyal  
Medikal

### Giriş

Bitkilerin hastalıkların tedavisi veya hastalıklardan korunmak amacıyla kullanılması insanlık tarihi kadar eskidir. Dünya Sağlık Örgütü, özellikle geri kalmış ve gelişmekte olan toplumların sağlık

ihtiyaçlarının %80'ini bu şekilde karşıladıklarını belirtmiştir (Barnes, 2002). Bitkisel ilaç sektörü Dünya pazarında önemli bir yere sahiptir. Bu sektör içinde alglerin payı %1 oranında yer almakta (Timmermans ve ark., 2001), fakat giderek artan biyokimyasal zenginliklerinin keşfi, onları

### Cite this article as

Ünal, N., Aras, A., Habiboğlu, O., Uğur, S., Naz, M. & Sayın, S. (2020). Evaluation of marine macroalgae for innovative natural medical products. *Marine and Life Sciences*, 2(2): 57-64. (In Turkish)

neredeys e sınırsız olarak nitelendirilebilecek bir kaynak haline getirmektedir (Plaza ve ark., 2009).

Denizel algler yüzyıllardır Asya ülkelerinde cilt, vücut, saç bakımında ve tedavi amaçlı kullanılan, günümüzde artan bir talep ile tüm Dünya ülkelerinde doğal, yenilikçi bakım ürünlerinde kullanılmaya başlanan sucul organizmalardır. Doğal yapılarında bulunan nemlendirici, koruyucu ve güçlendirici özellikleri insan sağlığı ve güzelliği için tedavi edici faydalar sağlamaktadır. Bu faydalar, gerek medikal gerekse kozmetik sektöründe kullanılan sentetik materyallerin yerine, doğal materyallerin araştırılmasını ve uygulanmasını teşvik etmektedir. Bu doğal ve inovatif ürünleri kullanan müşterilerin artan memnuniyeti de üreticileri doğal içerikli ürünler üretmeye yönlendirmektedir.

Algler 25.000 farklı tür çeşidiyle temsil edilen, günümüzde sadece 15 farklı kullanım alanına sahip olan, ancak yeterince değerlendirilemeyen geleceğin zengin potansiyel hammadde kaynaklarındandır. Son yıllarda yapılan yeni türlerin izolasyonu ile kültüre alınabilmesi ve yoğun üretimleri için geliştirilen kültür sistemleri, farklı kullanım alanlarının doğmasına neden olmaktadır. Yenilikçi süreçleri ile vitamin, protein, karbonhidrat gibi biyoteknolojik materyallerin elde edildiği, kozmetik, gıda ve sağlık gibi endüstriyel alanlarda kullanımının artan talebi bu organizmaların geleceğin öncelikli çalışma alanlarından ilk onuncu sırada yer almalarını sağlamaktadır (Aguilar and Gutiérrez-Sánchez, 2001).

Makroalgler, buldukları ortamda birçok tehdit ile karşı karşıyadır. Sahip oldukları bazı koruyucu bileşen ve mekanizmalara sahip olmaları onların zarar görmeden korunmalarını sağlamaktadır. Aynı zamanda, alglerin ikincil metabolit olarak adlandırılan zengin bir biyolojik aktiviteye sahip bileşenleri sentezleme kabiliyetleri vardır (Matsukawa ve ark., 1997; Gupta ve ark., 2012). Etkin ve yardımcı madde olarak kullanılan ve fitokolloid olarak adlandırılan bu metabolitler eczacılıkta, antimikrobiyal, sitotoksik, antimitojenik, antikanser, antioksidan ve antitümöral aktivitelerin varlığından dolayı kullanılmaktadır (Claudio ve Stendardo, 1966).

Kahverengi, kırmızı ve yeşil alglerde polifenoller, flavonoidler ve polisakkaritler gibi bileşenlerin antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları anlaşılmıştır (Cox ve ark., 2009; Zaragoza ve ark., 2008; Gupta ve ark., 2012). Makroalglerin antimikrobiyal aktivitesi klorofil türevleri, akrilik asit, terpenler, fenolik maddeler, halojenli alifatik bileşenler ve sülfür içeren heterosiklik bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Bu bileşenlerin

yanında antimikrobiyal aktivite bazı aminoasitler, steroidler, halojenli ketonlar, florotanninler ve alkanlar, siklik polisüfitler ve yağ asitlerinden de kaynaklandığı belirtilmektedir (Espeche ve ark., 1984; Nagayama ve ark., 2002; Watson ve Cruz-Rivera, 2003; Hosokawa ve ark., 2006; Horie ve ark., 2008; Cox ve ark., 2009; Srivastava ve ark., 2010; Salem ve ark., 2011; Radhika ve ark., 2012; Gupta ve ark., 2012; Almeida Mendes, 2012).

Bu çalışmada, dört farklı denizel makroalg türünün biyokimyasal kompozisyonları, besin maddesi bileşenleri (Nitrojen (N), Karbon (C), Hidrojen (H)) ve DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal süpürme kapasitesi üzerinden antioksidan özellikleri ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan makroalg örnekleri Eylül ve Haziran (2017-2018) aylarında, İskenderun Körfezi (Hatay) Kale ve Arsuz bölgelerinden toplanmıştır. Kahverengi alglerden (Phaeophyta) *Padina pavonica*, yeşil alglerden (Chlorophyta) *Ulva rigida* ve kırmızı alglerden (Rhodophyta) *Jania rubens* ve *Hypnea musciformis* türleri analiz edilmiştir.

Toplanan makroalg türleri soğutucu kaplarda İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesinde bulunan Algal Biyoteknoloji Laboratuvarı'na getirilmiştir. Makroalgler önce türlerine göre ayrılmış, daha sonra kum, epifit gibi kirleticilerden arındırılarak yıkama, kurutma işlemleri yapıldıktan sonra depolanarak analizler yapılınca kadar -20 °C'de saklanmıştır (Ye ve ark., 2009).

Makroalglerin kül, lipit ve protein miktarları, sırasıyla Vollenweider (1974), Bligh ve Dyer (1959) ve Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır.

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak elde edilebilen stabil organik nitrojen radikalidir (Huang ve ark., 2005). DPPH radikal süpürme kapasitesi analiz yöntemleri doğal ekstraktların antioksidan kapasitesini ölçmede çok sık kullanılan bir metottur (Mot ve ark., 2011). Bu yöntemde temel olarak antioksidan tarafından DPPH serbest radikale proton transferi reaksiyonu 517 nm'de absorbanın azalmasına neden olur. Bu süreç görünür alanda spektrofotometre ile absorban sabitlenene kadar takip edilmesine dayanmaktadır (Albayrak ve ark., 2010). DPPH radikali metanolik çözeltide okside formunda yaklaşık 520 nm'de maksimum absorbanıya sahip bir kimyasaldır. Bu metot basit, hızlı ve birçok örneğin radikal süpürme aktivitesini izlemek için farklı örneklerin

çözünürlüklerine elverişli bir metot olarak tarif edilir. Ancak ışığa, oksijene ve kirliliğe olan hassasiyeti bu metodun kullanımda belli oranda sınırlamalara sebebiyet vermektedir (Mot ve ark., 2011). Makroalglerin antioksidan özelliklerinin belirlenmesinde, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal süpürücü aktivite tayini için spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır.

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi uygulanmıştır. Bu metoda göre, 9 mm çapında steril diskler (Whatman 2017-009) aseptik koşullarda makroalg özümlerinden 50 µL emdirilmiştir. Bakteri kültürlerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemede, Mueller Hinton Agar (MHA, Merck, 1.10293), maya kültürlerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemede Glukoz-Yeast Extract Penicilin Streptomycin Agar besi yerinden yararlanılmıştır. Denemede kullanılacak olan bakteri kültürlerini aktifleştirmek için Tryptic Soy Broth (TSB, Merck, 1.05459), maya kültürleri için Glukoz Yeast Extract Penicilin Streptomycin Broth kullanılmıştır.

Disk difüzyon yöntemiyle; bakteri [*Escherichia coli* (ATCC 8739)] ve mantar [*Candida albicans* (ATCC 10231)], türlerine karşı antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir.

Alg örneklerinin besin maddesi bileşenleri (Nitrojen (N), Karbon (C), Hidrojen (H)) Dumas (1831) yöntemi ile yapılmıştır. Makroalg örnekleri (toz halinde) Altın ve Paladyum (Au, Pd) ile kaplama yapılmış ve SEM (Taramalı Elektron Mikroskopi) ile görüntüleri (X500 ve X5000) alınmıştır.

Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel karşılaştırmalar, SPSS (IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.) kullanılarak One Way ANOVA analizi ile yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey-HSD çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak belirlenmiştir. Farklılıklar  $p < 0,05$  olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

Çalışmada dört farklı makroalg türünün (*Jania rubens*, *Hypnea musciformis*, *Padina pavonica*, *Ulva rigida*) biyokimyasal (protein, lipit, kül), besin maddesi bileşenleri (Nitrojen (N), Karbon (C), Hidrojen (H)), antioksidan aktiviteleri ve antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir.

## Biyokimyasal Kompozisyon

Dört farklı makroalg türüne ait biyokimyasal içerikler (protein, lipit, kül) karşılaştırıldığında, elde edilen protein, lipit ve kül değerleri arasında anlamlı istatistiksel farklar olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 1.** Makroalglerin biyokimyasal içerikleri (%)

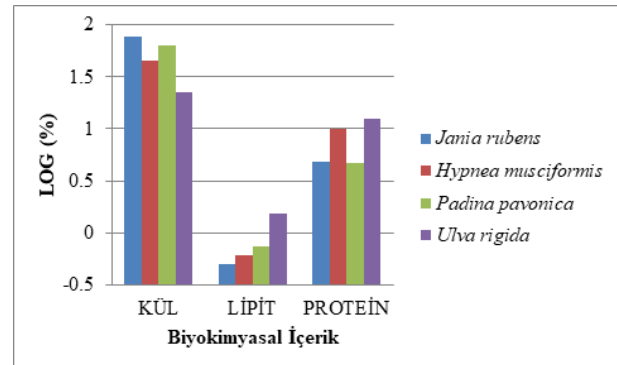
	<i>Jania rubens</i>	<i>Hypnea musciformis</i>	<i>Padina pavonica</i>	<i>Ulva rigida</i>
Kül	76,646±0,086 <sup>a</sup>	45,4±0,166 <sup>b</sup>	62,86±0,653 <sup>c</sup>	22,365±0,397 <sup>d</sup>
Lipit	0,508±0,014 <sup>a</sup>	0,62±0,066 <sup>a</sup>	0,753±0,090 <sup>a</sup>	1,54±0,294 <sup>b</sup>
Protein	4,846±0,100 <sup>a</sup>	9,965±0,117 <sup>b</sup>	4,757±0,103 <sup>a</sup>	12,605±0,309 <sup>b</sup>

Makroalglerin kül içeriklerinin %22,365-76,646, lipit içeriklerinin %0,508-1,54, protein içeriklerinin ise %4,757-12,605 aralığında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 1).

4 türün kül, lipit ve protein (%) içeriklerinin kıyaslama yapabilmek adına logaritmik transformasyon ile oluşturulmuş grafikleri Şekil 1'de verilmiştir.

## Kül

*J. rubens*, *P. pavonica*, *H. musciformis* ve *U. rigida* türlerinin kül (%) içerikleri sırasıyla 76,646±0,086; 62,86±0,653; 45,4±0,166; ve 22,365±0,397 olarak



**Şekil 1.** Makroalg türlerinin biyokimyasal kompozisyon karşılaştırmaları (log %)

belirlenmiştir. 4 türün kül (%) içerikleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Turan ve ark. (2015), İskenderun Körfezi'nden toplanan *J. rubens*'in kül içeriğini %26,50 olduğunu belirlemişlerdir. Polat ve Özoğul (2013) Akdeniz'den 4 mevsim topladıkları *J. rubens*'in kül içeriklerinin mevsimlere göre %46,02-51,63 arasında değişiklik gösterdiğini saptamışlardır. Fathy (2007), Mısır'da yaptıkları çalışmada kırmızı alg türü olan *J. rubens*'in kül içeriğini %50-60 arasında belirlemişlerdir. İrkin ve Erduğan (2017), Gelibolu'dan topladıkları *J. rubens*'in kül içeriğini sonbahar ve yazın %72,99



ve İntepe'den topladıkları aynı türün kül içeriğini kışın %78,68 olarak belirlemişlerdir.

### Lipit

*J. rubens*, *H. musciformis*, *P. pavonica* ve *U. rigida* türlerinin lipit (%) içerikleri sırasıyla  $0,508 \pm 0,014$ ;  $0,62 \pm 0,066$ ;  $0,753 \pm 0,090$  ve  $1,54 \pm 0,294$  olarak belirlenmiştir. *J. rubens*, *H. musciformis* ve *P. pavonica* türlerinin lipit (%) içerikleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ( $p > 0,05$ ); bu üç türün lipit (%) içerikleri *U. rigida* türünün lipit (%) içeriği ile kıyaslandığında ortaya çıkan farklılık anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Gür (2015) yaptığı çalışmada makroalg türlerini lipit içeriği yönünden incelendiğinde *P. pavonica*'da %0,34 ile %2,16 arasında değişim gösterdiği, en yüksek değer yaz, en düşük değer ilkbaharda olduğunu saptamıştır.

Polat ve Özoğul (2009), *J. rubens* ve *P. pavonica* lipit içeriklerini sırasıyla %0,12 ve %5,89 olarak bulmuşlardır. Polat ve Özoğul (2013), İskenderun Körfezi'nde mevsimsel olarak gerçekleştirdikleri

**Tablo 2.** Makroalg türlerinin besin elementi analizleri (%)

	<i>Jania rubens</i>	<i>Hypnea musciformis</i>	<i>Padina pavonica</i>	<i>Ulva rigida</i>
Nitrojen	$1,507 \pm 0,084^a$	$2,21 \pm 0,216^b$	$2,59 \pm 0,192^c$	$1,374 \pm 0,072^a$
Karbon	$15,815 \pm 0,124^a$	$20,902 \pm 0,692^b$	$28,747 \pm 1,028^c$	$14,965 \pm 1,907^a$
Hidrojen	$1,193 \pm 0,072^a$	$3,277 \pm 0,154^b$	$4,753 \pm 0,103^c$	$1,608 \pm 0,273^a$

çalışmada lipit içeriğini *P. pavonica* için %0,65-%0,87, *J. rubens* için %0,11-%0,33 aralıklarında olduğunu bildirmişlerdir. İrkin ve Erduğan (2017), Çanakkale'de yaptıkları çalışmada *J. rubens*'in lipit içeriğini %1,13-1,93 olarak belirtmişlerdir. Parthiban ve ark. (2013) *H. musciformis*'in lipit düzeyini %3-4 olarak belirlemişlerdir. McDermid ve Stuercke (2003) makroalglerde lipit içeriğinin %4'ten az olduğunu ortaya koymuştur. Palanivelu ve ark. (2012), 16 kırmızı ve 7 yeşil alg türünde yaptıkları analizlerde en düşük lipit içeriğini *J. rubens*'te bulmuştur.

Bu çalışmada da yüksek lipit içeriği yeşil alg türünde olup, en düşük değerler ise kırmızı alg türlerinde saptanmıştır.

### Protein

*J. rubens*, *H. musciformis*, *P. pavonica* ve *U. rigida* türlerinin protein (%) içerikleri sırasıyla  $4,846 \pm 0,100$ ;  $9,965 \pm 0,117$ ;  $4,757 \pm 0,103$  ve  $12,605 \pm 0,309$  olarak belirlenmiştir. *J. rubens* türünün protein (%) içeriği ile *P. pavonica* türünün

protein (%) içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). *H. musciformis* türünün protein (%) içeriği ile *U. rigida* türünün protein (%) içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). *J. rubens* ve *P. pavonica* türlerinin protein (%) içerikleri ile *H. musciformis* ve *U. rigida* türlerinin protein (%) içerikleri kıyaslandığında ortaya çıkan farklılık anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Ahmad ve ark. (2012) ise farklı makroalg türlerinde yaptıkları biyokimyasal analizlerde, protein içeriğinin kırmızı alglerde %5,22-17,2 aralığında; kahverengi alglerde ise %5,93-7,78 aralığında değiştiğini belirtmiştir.

Gür (2015), İskenderun Körfezi'nden topladığı *P. pavonica*'nın protein içeriğini %3,35 ile %5,69 arasında olduğunu ve en yüksek protein içeriğine sonbaharda ulaştığını, *J. rubens*'te ise %3,36 ile 4,69 aralığında bulunduğunu ve protein içeriğinin yaz mevsiminde en yüksek düzeye ulaştığını belirtmiştir. Bu sonuçlar, bu çalışmada bulunan değerlerle benzerlik göstermiştir.

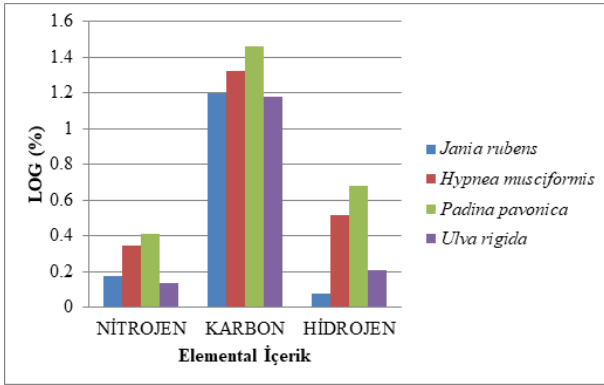
Buna karşılık, Yıldız ve ark. (2012) Marmara Denizi'nden topladıkları *U. rigida*'nın protein içeriğinin %5,33 olduğunu ve Polat ve Özoğul (2013) protein değerlerini *J. rubens* için %1,66-3,41 ve *P. pavonica* için %1,65-1,97 aralıklarında bulmuş olup, bu çalışmada bulunan değerlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Parthiban ve ark.

(2013), Hindistan'da yaptıkları çalışmada *H. musciformis*'in protein içeriğini %13-14 olarak belirlemiş olup, mevcut çalışmada belirlenen değere göre yüksek olduğu gözlenmektedir.

### Besin Elementleri

Çalışmada test edilen makroalg türlerinin N, C, H miktarları belirlenmiştir (Tablo 2). Makroalglerin nitrojen içeriğinin  $1,374 \pm 0,072$  ile  $2,59 \pm 0,192$  aralığında, karbon değerlerinin  $14,965 \pm 1,907$  ile  $28,747 \pm 1,028$  arasında ve hidrojen içeriklerinin ise  $1,193 \pm 0,072$  ile  $4,753 \pm 0,103$  arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları, en yüksek nitrojen, karbon ve hidrojen içeriğinin *P. pavonica*'ya ait olduğunu, en düşük nitrojen içeriğinin ise *U. rigida* ve *J. rubens* türlerinde olduğunu ortaya koymuştur.

4 türün N, C, H (%) içeriklerinin kıyaslama yapabilmek adına logaritmik transformasyon ile oluşturulmuş grafikleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Makroalg türlerinin elemental içerik karşılaştırmaları (log %)

### Nitrojen

*J. rubens*, *H. musciformis*, *P. pavonica* ve *U. rigida* türlerinin nitrojen (%) içerikleri sırasıyla  $1,507 \pm 0,084$ ;  $2,21 \pm 0,216$ ;  $2,59 \pm 0,192$  ve  $1,374 \pm 0,072$  olarak belirlenmiştir. *J. rubens* türünün nitrojen (%) içeriği ile *U. rigida* türünün nitrojen (%) içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunurken; bu iki türün nitrojen (%) içerikleri *H. musciformis* ve *P. pavonica* türlerinin nitrojen (%) içerikleri ile kıyaslandığında ortaya çıkan farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Aynı zamanda, *H. musciformis* türünün nitrojen (%) içeriği ile *P. pavonica* türünün nitrojen (%) içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

### Karbon

*J. rubens*, *H. musciformis*, *P. pavonica* ve *U. rigida* türlerinin karbon (%) içerikleri sırasıyla  $15,815 \pm 0,124$ ;  $20,902 \pm 0,692$ ;  $28,747 \pm 1,028$  ve  $14,965 \pm 1,907$  olarak belirlenmiştir. *J. rubens* türünün karbon (%) içeriği ile *U. rigida* türünün karbon (%) içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunurken; bu iki türün karbon (%) içerikleri *H. musciformis* ve *P. pavonica* türlerinin karbon (%) içerikleri ile kıyaslandığında ortaya çıkan farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Aynı zamanda, *H. musciformis* türünün karbon (%) içeriği ile *P. pavonica* türünün karbon (%) içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

### Hidrojen

*J. rubens*, *H. musciformis*, *P. pavonica* ve *U. rigida* türlerinin hidrojen (%) içerikleri sırasıyla  $1,193 \pm 0,072$ ;  $3,277 \pm 0,154$ ;  $4,753 \pm 0,103$  ve  $1,608 \pm 0,273$  olarak belirlenmiştir. *J. rubens* türünün hidrojen (%) içeriği ile *U. rigida* türünün hidrojen (%) içeriği arasındaki fark istatistiksel

olarak önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunurken; bu iki türün hidrojen (%) içerikleri *H. musciformis* ve *P. pavonica* türlerinin hidrojen (%) içerikleri ile kıyaslandığında ortaya çıkan farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). *H. musciformis* türünün hidrojen (%) içeriği ile *P. pavonica* türünün hidrojen (%) içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, alglerin medikal alanda biyolojik aktivite, fiziksel ve kimyasal karakterizasyon anlamında bütün olarak ele alınmadığı ve karakterize edilmemiş olduğu gözlemlenmiştir. Gıda ve kozmetik alanlarında yer alan alglerin, organik içerikleri daha çok gübre alanında değerlendirilmekten öte geçememiştir. Ancak insan metabolizması ve fizyolojisi ile uyumluluğu noktasındaki başarısı, alglerin organik içerik olarak medikal alanda da geliştirilecek olan inovatif ürünlerin içeriğinde yer alması konusunda her geçen gün umut verici sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

### Antioksidan Özellik

Tablo 3. Makroalg türlerinin DPPH radikal süpürücü aktiviteleri ( $IC_{50}$  mg/mL)

Tür	DPPH radikal süpürücü aktivite ( $IC_{50}$ mg/mL)
<i>Jania rubens</i>	$35,1 \pm 2,433$ <sup>b</sup>
<i>Hypnea musciformis</i>	$69,053 \pm 4,451$ <sup>c</sup>
<i>Padina pavonica</i>	$40,78 \pm 3,875$ <sup>b</sup>
<i>Ulva rigida</i>	$19,853 \pm 7,439$ <sup>a</sup>

*J. rubens*, *H. musciformis*, *P. pavonica* ve *U. rigida* türlerinin DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri ( $IC_{50}$  mg/mL) sırasıyla  $35,1 \pm 2,433$ ;  $69,053 \pm 4,451$ ;  $40,78 \pm 3,875$  ve  $19,853 \pm 7,439$  olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

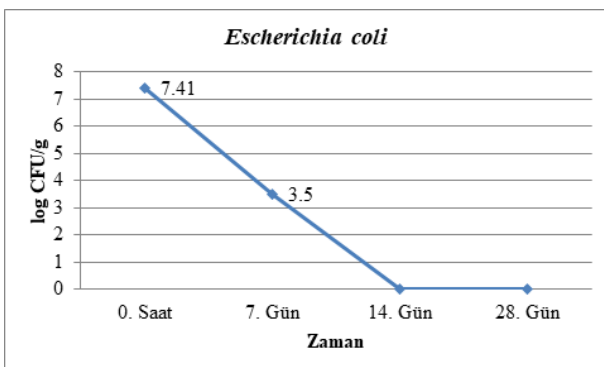
*J. rubens* türünün DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi ( $IC_{50}$  mg/mL) ile *P. pavonica* türünün DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunurken, bu iki türün DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri *H. musciformis* ve *U. rigida* türlerinin DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri ile kıyaslandığında ortaya çıkan farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Aynı zamanda, *H. musciformis* türünün DPPH radikal süpürücü aktivitesi ile *P. pavonica* türünün DPPH radikal süpürücü aktivitesi arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Doğal antioksidanlar karasal kaynaklarla sınırlı değildir ve raporlar deniz yosunlarının doğal antioksidan bileşiklerin zengin kaynakları olduğunu ortaya koymuştur (Lim ve ark., 2002; Duan ve ark., 2006). Bir zincir reaksiyonundaki her adımda serbest radikaller üretilebilir; bu nedenle, bir antioksidanın başlatıcı radikalini atarak zincir başlatma adımını önlemesi önemlidir (Saha ve ark., 2004). Çalışmamızın aksine Wang ve ark. (2009), kahverengi alglerin, kırmızı ve yeşil alglerden daha fazla miktarda polifenol ve DPPH radikal süpürücü aktivite içerdiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte Chandini ve ark. (2008), kahverengi alglerde  $1000 \mu\text{g ml}^{-1}$  özüt konsantrasyonunda %17,79-23,16 aralığında düşük seviyelerde DPPH radikal süpürücü aktivite rapor etmiştir. Abd El-Baky ve ark. (2008), DPPH radikalinin süpürücü etkisinin *Ulva* organik ekstraktlarında elektron ve hidrojen donörlerinin bileşeninin varlığına işaret etmektedir. Dolayısıyla, *Ulva* ekstraktlarının potansiyel antioksidan özellikleri, karotenoid ve fenolik bileşikler gibi bazı maddeler içeren ekstraktlarından kaynaklanabilir.

### Antimikrobiyal Aktivite

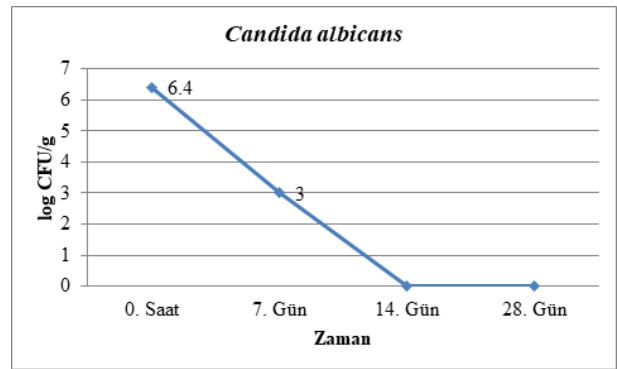
**Tablo 4.** Antimikrobiyal etkinlik testiaktiviteleri

Zaman	Birim	<i>E. coli</i>	<i>C. albicans</i>
0. Saat	CFU/g	2,58E+07	2,52E+06
	log CFU/g	7,41	6,4
7. Gün	CFU/g	3,00E+03	1,00E+03
	log CFU/g	3,5	3
	Log reduction	3,93	3,4
14. Gün	CFU/g	<10	<10
28. Gün	CFU/g	<10	<10



**Şekil 3.** *Hypnea musciformis*'in *Escherichia coli*'ye antimikrobiyal etkisi

En yüksek DPPH serbest radikal süpürücü aktivite



**Şekil 4.** *Hypnea musciformis*'in *Candida albicans*'a antimikrobiyal etkisi

gösteren tür olan *Hypnea musciformis*'e ait yağların, disk difüzyon yöntemiyle; bakteri [*Escherichia coli* (ATCC 8739)] ve mantar [*Candida albicans* (ATCC 10231)], türlerine karşı antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir (Tablo 4), (Şekil 3, 4).

*H. musciformis*'in *E. coli*'ye antimikrobiyal etkinliği değerlendirildiğinde, 0. saatte 7,41, 7. günde 3,5 ve 14. günden itibaren 0 olduğu tespit edilmiştir. *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal etkinliğinin ise, 0. saatte 6,4, 7. günde 3 ve 14. günden itibaren 0 olduğu gözlemlenmiştir. Her iki türe karşı *H. musciformis* türünün antimikrobiyal aktivitesinin 14. günde inhibe ettiği saptanmıştır.

El Baz ve ark. (2013), bazı makroalg yağlarının antimikrobiyal etkinliğini belirledikleri araştırmalarında *Ulva fasciata* türünün *E. coli*'ye karşı etkin olmadığı ancak *C. albicans* mayasına karşı etkin olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda *H. musciformis* türünden elde edilen yağın antimikrobiyal potansiyeli *C. albicans* ve *E. coli* olarak bir maya ve bir gram negatif bakteriye karşı değerlendirilmiştir. *H. musciformis*'in lipit ekstraktları, hem *C. albicans* hem de *E. coli*'ye karşı 14. günden itibaren yüksek bir inhibisyon göstermiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları, en yüksek inhibisyon etkisinin *C. albicans*'a karşı olduğunu göstermek ile birlikte, bu durumun Ballantine ve ark. (1987) ve El Baz ve ark. (2013) tarafından doymamış yağ asitleri kompozisyonu oranının yüksek olmasıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Ramadan ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, *Spirulina platensis*'in lipit ekstraktlarının *C. albicans*'a karşı antimikrobiyal aktiviteyi arttırdığı bildirilmiştir.

Desbois ve Smith (2010), algal yağların bakterilerin inhibisyonunda, elektron taşıma zinciri, oksidatif fosforilasyon, hücresel enerji üretimi, enzim aktivitesi, besin alımı, peroksidasyon ve oksidasyon bozunma ürünlerinin oluşumu gibi yağ asitleri bileşenlerinin etki mekanizmaları ile kronik bir etki süreci gösterdiğini belirtmişlerdir. Alglerde

doymamış yağ asitlerine ek olarak, bol miktarda bulunan fenolik ve flavonid aktif bileşenlerinde bu etki mekanizmasını desteklediği El Baz ve ark. (2013) tarafından bildirilmiştir.

## Sonuç

Mevcut çalışmanın sonuçları, *Hypnea musciformis*'den ekstrakte edilen yağın *Escherichia coli*'ye ve *Candida albicans*'a karşı antimikrobiyal aktivitesinin etkin olduğunu göstermiştir. Gelecekte endüstriyel alanlarda sentetik materyallerin yerine doğal ve sürdürülebilirlik potansiyeli yüksek olan denizel makro alglerin kullanımının yaygınlaştırılması için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

## Kaynaklar

- Abd El-Baky, H. H., El Baz, F. K. & El-Baroty, G. S. (2008). Evaluation of marine alga *Ulva lactuca* L. as a source of natural preservative ingredient. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 7: 3353-3367.
- Ahmad, F., Sulaiman, M. R., Saimon, W., Yee, C. F. & Matanjun, P. (2012). Proximate compositions and total phenolic content of selected edible seaweed from Semporna, Sabah, Malaysia. *Borneo Science*, 31: 85-96.
- Aguilar, C. N. & Gutiérrez-Sánchez, G. (2001). Review sources, properties, applications and potential uses of tannin acyl hydrolase. *Food Science and Technology International*, 7: 373-382.
- Albayrak, S., Sağdıç, O. & Aksoy, A. (2010). Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4): 401-409.
- Almeida Mendes, M. S. (2012). Functional activity of seaweed extracts from north Portuguese coast. Universidade Católica Portuguesa, Escola Superior de Biotecnologia, Mikrobiyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2012, Porto/ Portekiz, 49 s.
- Ballantine, L. D., Gerwick, H. W., Velez, M. S., Alexander, E. & Guevara, P. (1987). Antibiotic activity of lipid-soluble extracts from Caribbean marine algae. *Hydrobiologia*, 151: 463-469.
- Barnes, J. (2002). Quality, efficacy and safety of complementary medicines: fashions, facts and the future. Part I, Regulation and quality. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 55(3): 226-233.
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J. (1959). A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology*, 37: 911-917.
- Chandini, S. K., Ganesan, P. & Bhaskar, N. (2008). In vitro antioxidant activities of three selected brown seaweeds of India. *Food Chemistry*, 107: 707-713.
- Claudio, F. & Stendardo, B. (1966). An experimental contribution to the clinical use of an algal phytocolloid (Algasol T331) in oncology. *Proceedings of the Fifth International Seaweed Symposium*, Halifax, p 369.
- Cox, S., Abu-Ghannam, N. & Gupta, S. (2009). An assessment of the antioxidant and antimicrobial activity of six species of edible Irish seaweeds. *International Food Research Journal*, 17(1): 205-220.
- Desbois, P. A. & Smith, J. V. (2010). Antibacterial free fatty acids: activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85: 1629-1642.
- Duan, X. J., Zhang, W. W., Li, X. M. & Wang, B. G. (2006). Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphonia urceolata*. *Food Chemistry*, 95: 37-43.
- Dumas, J. B. A. (1831). Procédes de l'analyse organique. *Annales de Chimie et de Physique*, 247: 198-213.
- El Baz, F. K., El-Baroty, G. S., Abd El Baky, H. H., Abd El-Salam, O. I. & Ibrahim, E. A. (2013). Structural characterization and biological activity of sulfolipids from selected marine algae. *Grasas y Aceites*, 64: 561-571.
- Espeche, M. E., Fraile, E. R. & Mayer, A. M. S. (1984). Screening of Argentine marine algae for antimicrobial activity. *Hydrobiologia*, 116/117: 525-528.
- Fathy, A. A. (2007). Evaluation of nutritional composition of some attached and drifted marine algae from Alexandria, Egypt. *Egyptian Journal of Phycology*, 8: 131-141.
- Gupta, S., Cox, S., Rajauria, G., Jaiswal, A.K. & Abu-Ghannam, N. (2012). Growth inhibition of common food spoilage and pathogenic microorganisms in the presence of brown seaweed extracts. *Food and Bioprocess Technology*, 5(5): 1907-1916.
- Gür, İ. (2015). İskenderun Körfezi'nde dağılım gösteren bazı makroalg türlerinin pigment, antioksidan ve besin bileşenlerinin mevsimsel olarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye, 71 s.
- Huang, D., Ou B. & Prior R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 53: 4303-4310.
- Horie, S., Tsutsumi, S., Takada, Y. & Kimura, J. (2008). Antibacterial quinone metabolites from the brown alga, *Sargassum sagamianum*. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 81(9): 1125-1130.
- Hosokawa, M., Bhaskar, N., Sashima, T. & Miyashita, K. (2006). Fucoxanthin as a bioactive and nutritionally beneficial marine carotenoid: a review. *Carotenoid Science*, 10: 15-28.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

Tüm yazarların makaleye katkısı eşittir.

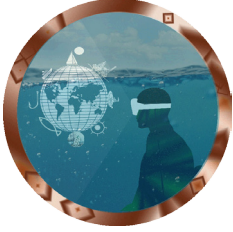
### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

- İrkin, L. C. & Erduğan H. (2017). Investigation of seasonal variations in biochemical composition of some red algae distributed in the strait of Çanakale (Dardanelles), Turkey. *Archives of Applied Science Research*, 9(2): 1-8.
- Lim, S. N., Cheung, P. C. K., Ooi, V. E. C. & Ang, P. O. (2002). Evaluation of antioxidative activity of extracts from a brown seaweed *Sargassum siliquastrum*. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50: 3862-3866.
- Matsukawa, R., Dubinsky, Z., Kishimoto, E., Masaki, K., Masuda, Y., Takeuchi, T. & Karube, I. (1997). A comparison of screening methods for antioxidant activity in seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, 9(1): 29-35.
- Mcdermid, K. J. & Stuercke, B. (2003). Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds. *Journal of Applied Phycology*, 15: 513-524.
- Mot, C. A., Dumitrescu, S. R. & Sarbu, C. (2011). Rapid and effective evaluation of the antioxidant capacity of propolis extracts using DPPH bleaching kinetic profiles, FT-IR and UV-VIS spectroscopic data. *Journal of Food Composite and Analysis*, 24: 516-522.
- Nagayama, K., Iwamura, Y., Shibata, T., Hirayama, I. & Nakamura, T. (2002). Bactericidal activity of phlorotannins from the brown alga *Ecklonia kurome*. *Journal of Antimicrobiology Chemotherapy*, 50 (6), 889-893.
- Palanivelu, A., Darsis, A. & Arunkumar, K. (2012). Nutraceutical values of seaweeds found along the Coast of Thondi (Palk Bay, India) with specific investigation on fatty acids methyl esters through GC/MS. *Journal of Green Bioenergy*, 1(1): 3-18.
- Parthiban, C., Saranya, C., Giriya 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.
- Plaza, M., Herrero, M., Cifuentes, A. & Ibáñez, E. (2009). Innovative natural functional ingredients from microalgae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(16): 7159-7170.
- Polat, S. & Özoğul, Y. (2009). Fatty acid, mineral and proximate composition of some seaweeds from the northeastern Mediterranean coast. *Italian Journal of Food Science*, 21: 317-324.
- Polat, S. & Özoğul, Y. (2013). Seasonal proximate and fatty acid variations of some seaweeds from the northeastern Mediterranean coast. *Oceanologia*, 55(2): 375-391.
- Radhika, D., Veerabahu, C. & Priya, R. (2012). Antibacterial activity of some selected seaweeds from the Gulf of Mannar coast, South India. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 5(4): 89-90.
- Ramadan, F. M., Asker, S. M. M. & Zeinab, I. K. (2008). Functional bioactive compounds and biological activities of *Spirulina platensis* lipids. *Czech Journal of Food Sciences*, 26, 211-222.
- Saha, K., Lajis, N. H., Israf, D. A., Hamzah, A. S., Khozirah, S., Khamis, S. & Syahida, A., (2004). Evaluation of antioxidant and nitric oxide inhibitory activities of selected Malaysian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 92: 263-267.
- Salem, W. M., Galal, H. & Nasr El-Deen, F. (2011). Screening for antibacterial activities in some marine algae from the Red sea (Hurghada, Egypt). *African Journal Microbiology Research*, 5 (15): 2160-2167.
- SPSS, IBM Corp. Released (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Srivastava, N., Saurav, K., Mohanasrinivasan, V., Kannabiran, K. & Singh, M. (2010). Antibacterial potential of macroalgae collected from the Madappam coast, India. *British Journal of Pharmacology and Toxicology*, 1(2): 72-76.
- Timmermans, K. R., Gerringa, L. J. A., de Baar, H. J. W., van der Wagt, B., Veldhuis, M. J. W., de Jong, J. T. M., & Boye, M. (2001). Growth rates of large and small Southern Ocean diatoms in relation to availability of iron in natural seawater. *Limnology and Oceanography*, 46(2): 260-266.
- Turan, F., Özgün, S., Sayın, S. & Özyılmaz, G. (2015). Biochemical composition of some red and green seaweeds from Iskenderun Bay, the northeastern Mediterranean coast of Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 21(3): 239-249.
- Vollenweider, R. A. (1974). A manual on methods for measuring primary productivity in aquatic environments. IBP Handbook, No. 12. 2nd edition, Oxford, UK Blackwell Scientific Publication.
- Wang, B. G., Zhang, W. W., Duan, X. J. & Li, X. M. (2009). In vitro antioxidative activities of extract and semi-purified fractions of the marine red alga, *Rhodomela confervoides* (Rhodomelaceae). *Food Chemistry*, 113: 1101-1105.
- Watson, S. B. & Cruz-Rivera, E. (2003). Algal chemical ecology: an introduction to the special issue. *Phycologia*, 42(4): 319-323.
- Ye, H., Zhou, C., Sun, Y., Zhang, X., Liu, J., Hu, Q. & Zeng, X. (2009). Antioxidant activities in vitro of ethanol extract from brown seaweed *Sargassum pallidum*. *European Food Research Technology*, 230: 101-109.
- Yıldız, G., Çelikler, S., Vatan, Ö. & Dere, Ş. (2012). Determination of the anti-oxidative capacity and bioactive compounds in green seaweed *Ulva rigida* (C. Agardh.) *International Journal of Food Properties*, 15: 1182-1189.
- Zaragoza, M.C., Lopez, D., Saiz, M.P., Poquet, M., Perez, J., Puig Parellada, P., Marmol, F., Simonetti, P., Gardana, C., Lerat, Y., Burtin, P., Inisan, C., Rousseau, I., Besnard, M. & Mitjavila, M.T. (2008). Toxicity and antioxidant activity in vitro and in vivo of two *Fucus vesiculosus* extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(17): 7773-7780.



## The maximum length record of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758) for Turkish Seas

 Özgür Cengiz\*<sup>1</sup>

\*Corresponding author: [ozgurecengiz17@gmail.com](mailto:ozgurecengiz17@gmail.com)

Received: 30.03.2020

Accepted: 15.09.2020

### Affiliations

<sup>1</sup>Faculty of Fisheries, Van Yüzüncü Yıl University, Van, TURKEY

### Keywords

*Scomber scombrus*  
Atlantic mackerel  
Maximum length  
Saros Bay  
Turkey

### ABSTRACT

The information on maximum length, weight, and age of living things in an ecosystem are necessary for population dynamics and stock assessment studies. In this connection, a single specimen of *Scomber scombrus* with 34.8 cm in total length and 480.00 g in total weight was caught off Saros Bay to handline by a commercial fisherman on 08 April 2015. The proved length is the most new and largest maximum size record of *Scomber scombrus* for Turkish Seas.

## Türkiye denizleri için Uskumru balığının (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758) maksimum boy kaydı

### ÖZET

Bir ekosistemdeki canlıların maksimum boy, ağırlık ve yaş ile ilgili bilgileri populasyon dinamiği ve stok değerlendirme çalışmaları için gereklidir. Bu bağlamda, 08 Nisan 2015 tarihinde 34,8 cm toplam boya ve 480,00 g ağırlığa sahip bir adet uskumru balığı ticari bir balıkçı tarafından olta ile Saros Körfezi açıklarında avlanmıştır. İspatlanan boy, Türkiye denizleri için uskumru balığının en büyük ve en yeni boy kayıdır.

### Anahtar Kelimeler

*Scomber scombrus*  
Uskumru  
Maksimum boy  
Saros Körfezi  
Türkiye

### Giriş

Scombridae familyasının üyesi olan uskumru balığı (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758) hızlı yüzme ve sürü oluşturma yeteneğine sahip pelajik bir tür olup Atlas Okyanusu'nda geniş bir dağılım aralığına sahiptir (Whitehead ve ark., 1984). Bu balığın yüzeyden itibaren 200 m'ye kadar olan derinliklerde bir dağılım gösterdiği bilinmektedir. Kış mevsiminde derin sularda yaşayan ama havaların ısınmasıyla beraber kıyıya doğru hareket eden bu tür, zooplankton ve küçük balıklarla beslenmektedir (Froese ve Pauly, 2019). Ticari öneminden dolayı dünyada uskumru balığının stok

durumunun tespitine yönelik çok sayıda araştırma yapılmış olmasına rağmen (Gordo ve ark., 1982; Martins ve ark., 1982; Gordo ve Martins, 1984; Eltink, 1987; Neja, 1990; Martins ve Cardador, 1996; Lucio, 1997; Villamor ve ark., 2004; Martins, 2007; Nøttestad ve ark., 2016; Olafsdottir ve ark., 2016; Costa ve ark., 2017; Attia ve ark., 2020) Türkiye denizlerindeki çalışmalar ağırlık-boy ilişkisi ile sınırlıdır. Ülkemizde uskumru balığının avcılığı genellikle uzatma ağları, gırgır ve çapari oltaları ile olmaktadır.

Maksimum boy ve ağırlık değerleri, balıkçılık yönetimi açısından oldukça önemli parametrelerdir

### Cite this article as

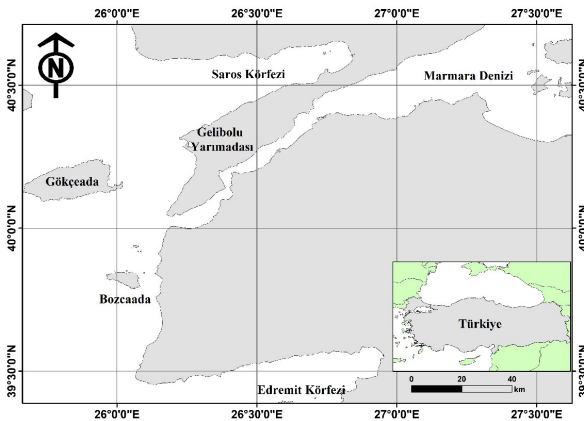
Cengiz, Ö., (2020). The maximum length record of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus* Linnaeus, 1758) for Turkish Seas. *Marine and Life Sciences*, 2(2): 65-70. (In Turkish)

(Dulčić ve Soldo, 2005). Bu parametreler, doğrudan ya da dolaylı olarak, stok tayini çalışmalarının çoğunda kullanıldıkları için, özellikle, ticari olarak sömürülen balık türlerinde maksimum boy ve ağırlık değerlerinin güncellenmesi her geçen gün önem kazanmaktadır (Borges, 2001). Bundan dolayı, biyolojik fonksiyonlar büyüklüğe özgü olduğu için bir popülasyondaki balıkların maksimum büyüklüğünün doğru ölçümü biyologlar açısından oldukça önemlidir (Peters, 1983). Bir canlının metabolik hızı vücut büyüklüğü ile ters orantılı olmasına rağmen toplam gıda tüketimi vücut büyüklüğü ile doğru orantılıdır. İlk yumurtadan çıkma boyu, ilk üreme boyu ve yaşam süresi balıkların maksimum boyuyla doğrudan ilişkilidir (Freedman ve Noakes, 2002; Vander Veer ve ark., 2003). Bu bilgilere ilaveten, maksimum boy ve ağırlık ile ilgili değerler, von Bertalanffy ve Gompertz büyüme modelleri gibi birçok balıkçılık modeli için önemli bir bileşendir (Quinn ve Deriso, 1999). Bu çalışmada Türkiye denizleri için türün ispatlanabilen en büyük boy kaydı verilmiştir.

### Materyal ve Yöntem

Trakya kıyıları ile Gelibolu Yarımadası arasında yer alan ve 2000 senesinden bu yana trol avcılığının yasak olduğu Saros Körfezi, 60 km kadar içeri sokulan üçgen biçiminde bir körfezdır (Tokat ve Sayın, 2007; Cengiz ve ark., 2019a). Bölgede endüstriyel faaliyet olmadığı için (Sarı ve Çağatay, 2001), körfez el değmemiş bir yer olarak düşünülebilmektedir (Cengiz ve ark., 2019b).

Bir adet uskumru balığı, 08 Nisan 2015 tarihinde ticari bir balıkçı tarafından Saros Körfezi (Şekil 1) açıklarında, yaklaşık 10 metre derinlikten 15'li çaparı [(3/0 iğnelere (Youvella) bağlı yeşil tüy, 15 cm uzunluğunda 0,25 mm'lik monofilament misinadan yapılmış köstek, 0,30 mm'lik monofilament misinadan yapılmış beden, 150 g.'lık kurşun)] ile avlanmıştır. Mater ve ark. (2009)'na göre



Şekil 1. Saros Körfezi

tanımlandıktan sonra bilimsel ismi FishBase'de (Froese ve Pauly, 2019) kontrol edilmiştir. Toplam uzunluk, ağız kapatıldığında balık kafasının ön ucu ile kuyruk yüzgecinin en uzun ışınının uç noktası arasındaki uzunluk olarak ifade edilir (Anderson ve Gutreuter, 1983). Elde edilen bireyin boyu  $\pm 1$  mm cetvel, vücut ağırlığı  $\pm 0.01$  g hassasiyetinde terazi ile ölçülmüştür.

### Bulgular ve Tartışma

Saros Körfezi'nden avlanan uskumru balığı 34,8 cm toplam boya ve 480,00 g ağırlığa sahip olup (Şekil 2) Türkiye denizleri için uskumru balığının boy ve ağırlık değerlerinin karşılaştırılması Tablo 1'de verilmektedir.



Şekil 2. *Scomber scombrus* örneğine ait genel morfolojik görünüm (Total Boy: 34,8 cm; Toplam Ağırlık: 480,00 g)

Herhangi bir ekosistem içindeki bir balık popülasyonu aşırı avcılığa maruz kalırsa, balık boyları zaman içerisinde kademeli olarak azalır. Bundan dolayı, ancak aşırı avcılığa maruz kalmayan bireyler bu çeşit bir boya ulaşabilir. İlave olarak, balıkların beslenme faaliyetleri ve buna bağlı olarak ortamdaki besin bolluğu; sıcaklık, oksijen, tuzluluk, kirlilik gibi parametre değerleri; türler arasındaki av-avcı ilişkisinin rolü maksimum boya ulaşmayı etkileyen diğer bir önemli unsurlardır (Helfman ve ark., 2009; Acarli ve ark., 2018). Uskumru balığının Atlas Okyanusu'nda av-avcı ilişkisinde önemli bir rolü vardır ve köpek balıkları, atlantik morinası ve deniz kuşları gibi birçok predatör bu balık üzerinden beslenmektedir (Scott ve Tibbo, 1968; Smith ve Gaskin, 1974; Maurer ve Bowman, 1975; Bowman ve Michaels, 1984; Bal ve Türker, 2019). Bununla beraber, aşırı avcılık faaliyetleri türler arasındaki av-avcı ilişkisinde önemli bir role sahip diğer bir etkidir. Bu durum bir türün azalmasıyla diğer türün, çoğunlukla, olumlu etkilenmesi ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca, sucul kaynakların kirlenmesi ve küresel ısınma bunu tetikleyen diğer etkenler olarak sıralanabilir. Bu bilgiler ışığında, bir balık türündeki maksimum boy değerlerinin aşırı avcılık faaliyetlerine ve çevresel şartlara bağlı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

## Sonuç

Görüldüğü üzere, maksimum boy ile ilgili çalışmaların hem ülkemizde [(*Alectis alexandrina*, (Akyol ve Çoker, 2019); *Argyrosomus regius* (Tokaç ve ark., 2017); *Belone belone* (Acarli ve ark., 2018); *Boops boops* (Ceyhan ve ark., 2018); *Chelidonichthys lucerna* (Akyol, 2013; Hasimoğlu ve ark., 2016; Özdemir ve ark., 2019); *Diplodus annularis* (Cengiz ve ark., 2019c); *Diplodus puntazzo* (Aydın, 2019; Cengiz, 2019a); *Diplodus vulgaris* (Cengiz ve ark., 2019d); *Gonostoma denudatum* (Ayas ve ark., 2020); *Fistularia commersonii* (Koç ve ark., 2019); *Lithognathus mormyrus* (Aydın, 2018a; Cengiz, 2019b); (*Mullus barbatus* (Filiz, 2011); *Mullus surmuletus* (Cengiz, 2019c); *Oblada melanura* (Akyol ve ark., 2014; Cengiz, 2020a); *Phycis phycis* (Filiz ve Sevingel, 2014); *Pomatomus saltatrix* (Cengiz, 2014; Bal ve ark., 2018); *Sardina pilchardus* (Cengiz ve Sepil, 2018); *Sarpa salpa* (Cengiz, 2020b); *Sciaena umbra* (Cengiz ve ark., 2019e); *Scomber japonicus* (Cengiz, 2020c); *Symphodus melops* (Aydın, 2020); *Solea solea* (Cengiz, 2018a); *Sparisoma cretense* (Filiz ve Sevingel, 2015); *Sparus aurata* (Aydın, 2018b; Cengiz, 2018b); *Spicara maena* (Cengiz, 2020d); *Spondyliosoma cantharus* (Cengiz, 2018c); *Stephanolepis diaspros* (Akyol ve ark., 2018); *Umbrina cirrosa* (Cengiz ve Paruğ, 2021; Aydın ve Sözer, 2020)] hem de dünyada [(*Anguilla anguilla* (Tutman ve ark., 2007); *Ariopsis gilberti*, *Ariopsis guatemalensis*, *Cathorops liropus*, *Cathorops raredonae* (Palacios-Salgado ve ark., 2018); *Bagarius yarrelli* (Hossain, 2010); *Balistes capriscus* (Dulčić ve Soldo, 2005); *Belone belone* (Dulčić ve Soldo, 2006); *Corica soborna*, *Mystus bleekeri* (Hossain ve ark., 2017); *Esox masquinongy* (VanderBloemen ve ark., 2020); *Mobula cf. hypostoma* (Ehemann ve ark., 2017); *Macrohamphosus scolopax* (Borges, 2001); *Notarius troschelii* (Agüero ve

ark., 2010); *Scardinius erythrophthalmus* (Şprem ve ark., 2010); *Scardinius dergle*, *Scardinius hesperidicus* (Valić ve ark., 2013); *Scomber colias*, *Scomber scombrus* (Navarro ve ark.,

**Tablo 1.** Türe ait boy ve ağırlık değerlerinin önceki çalışma sonuçları ile karşılaştırılması

Referanslar	Bölge	N	L <sub>maks</sub> (cm)	W <sub>maks</sub> (g)
Karakulak ve ark. (2006)	Gökçeada	54	31,1	-
Özaydın ve Taşkavak (2006)*	İzmir Körfezi	50	28,5	271,00
Şmen ve ark. (2007)	Saros Körfezi	100	24,0	95,00
Çakır ve ark. (2008)	Edremit Körfezi	52	21,7	101,70
Cengiz (2013)	Çanakkale Boğazı ve Gelibolu Yarımadası	58	29,0	191,30
Bal ve Türker (2019)	Marmara Denizi	163	27,0	179,90
Bu çalışma	Saros Körfezi	1	34,8	480,00

\*Çatal Boy

2012)] gerçekleştiriliyor olması bu araştırmaların önemini, su götürmez bir şekilde, gözler önüne sermektedir. Bu araştırmaların birçok balıkçılık modelinin önemli bir bileşeni olması ve stok tahmini çalışmalarında kullanılmaları sebebiyle bu tip çalışmaların denizlerimizi alt bölgelere ayırmak suretiyle sürekli güncellenmesi, ticari balıkçılar ile işbirliğine gidilmesi, bilimsel projelerle böylesi araştırmaların desteklenmesi ve sonuçta da elde edilen bireylerin boylarının, hassas bir şekilde, ölçülüp değerlendirilmesi gerekmektedir.

## Teşekkür

Yazar yardımlarından dolayı balıkçı Engin TUNÇ'a teşekkür eder.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

## Kaynaklar

- Acarli, D., Kale, S. & Çakır, K. (2018). A new maximum length for the garfish, *Belone belone* (Linnaeus, 1761) in the coast of Gökçeada Island (Aegean Sea, Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, 59: 385-389.
- Agüero, J. D. L. C., Gomez, V. M. C. & Navarro, J.T. N. (2010). New maximum size record for the chili sea catfish *Notarius troschelii* (Siluriformes: Ariidae) from the Tropical Eastern Pacific. *Marine Biodiversity Record*, 3: e107.
- Akyol, O. (2013). New maximum length of tub gurnard, *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Triglidae) in the Southern Aegean Sea, Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 19(1): 138-142.
- Akyol, O., Kara, A. & Sağlam, C. (2014). Maximum size of saddled bream, *Oblada melanura* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Sparidae), in the southern Aegean Sea, Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 20(3): 270-273.



- Akyol, O., Ceyhan, T., Özgül, A. & Ertoşluk, O. (2018). Maximum size of reticulated leatherjacket, *Stephanolepis diaspros* Fraser-Brunner, 1940 (Tetraodontiformes: Monacanthidae), for the Turkish Seas. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 24(2): 149-156.
- Akyol, O. & Çoker, T. (2019). Maximum size of female alexandria pompano *Alectis alexandrina* (Carangidae) in the Aegean Sea. *COMU Journal of Marine Science and Fisheries*, 2(2): 142-146.
- Anderson, R. O. & Gutreuter, S. J. (1983). *Length, weight, and associated structural indices*. In: Nielsen, L., Johnson D. (eds.), *Fisheries techniques*, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA. pp. 283-300.
- Attia, A. O. & Kariman, S. (2020). Reproductive biology of the atlantic mackerel *Scomber scombrus* Linnaeus, 1758 in Mediterranean coast of Sinai, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 24(1): 189-201.
- Ayas, D., Akbora, H. D. & Ergüden, D. (2020). Maximum length report of *Gonostoma denudatum* Rafinesque, 1810 in the Eastern Mediterranean Sea. *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(2): 83-86.
- Aydın, M. (2018a). The new maximum length of the striped sea bream (*Lithognathus mormyrus* L., 1758) in the Black Sea Region. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(2): 50-52.
- Aydın, M. (2018b). Maximum length and age report of *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) in the Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 34(4): 964-966.
- Aydın, M. (2019). Maximum length and weight of sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo* Walbaum, 1792) for Black Sea and East Mediterranean Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 5(2): 127-132.
- Aydın, M. (2020). First report of *Symphodus melops* (Linnaeus, 1758) with maximum length in the Black Sea. *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(2): 125-129.
- Aydın, M. & Sözer, A. (2020). The length-weight relationship and maximum length of *Umbrina cirrosa* (Linnaeus, 1758). *Aquatic Sciences and Engineering*, 35(4): 7-10.
- Bal, H., Yanık, T. & Türker, D. (2019). A study on morphometric characteristics of otolith for a new maximum length record of the bluefish (*Pomatomus saltatrix*, Linnaeus 1766) in the Sea of Marmara. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 24(3): 281-287.
- Bal, H. & Türker, D. (2019). Investigation some biological properties of atlantic mackerel *Scomber scombrus* Linnaeus, 1758 in the Sea of Marmara. *Natural and Engineering Sciences*, 4(2): 133-140.
- Borges, L. (2001). A new maximum length for the snipefish *Macrohamphosus scolopax* Cuvier, 1817. *Cybius*, 25: 191-192.
- Bowman, R. E. & Michaels, W. L. (1984). *Food of seventeen species of Northwest Atlantic fish*. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/NEC series was originally presented as two May 1983 issues of the Woods Hole Laboratory Reference Document series, 82-16 and 82-17.
- Cengiz, Ö. (2013). Length-weight relationships of 22 fish species from the Gallipoli Peninsula and Dardanelles (northeastern Mediterranean, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 37: 419-422.
- Cengiz, Ö. (2014). A new maximum length record of the bluefish (*Pomatomus saltatrix* Linnaeus, 1766) for Turkey Seas. *BEU Journal of Science*, 3: 113-116.
- Cengiz, Ö. (2018a). *Weight-length relationship with maximum size record of the common sole (Solea solea Linnaeus, 1758) in the Aegean Sea*. Gece Kitaplığı Yayınevi, Birinci Baskı, Aralık 2018, Ankara, Türkiye, 7-17 s.
- Cengiz, Ö. (2018b). Second maximum length record of gilthead seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) for Aegean coasts of Turkey. *International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology*, 22-23 November 2018, Ankara, Turkey.
- Cengiz, Ö. (2018c). Türkiye Denizleri için iskatarı balığı'nın (*Spondyliosoma cantharus* Linnaeus, 1758) maksimum boy kaydı. *International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences*, 26-27 April 2018, Ankara, Turkey.
- Cengiz, Ö. & Sepil, A. (2018). Maximum length for the european sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) in Northern Aegean Coasts of Turkey. *International Agricultural Science Congress*, 09-12 May 2018, Van/Turkey, p. 138.
- Cengiz, Ö. (2019a). Maximum size record of sharpnose seabream (*Diplodus puntazzo* Walbaum, 1792) for Saros Bay, Northern Aegean Sea. *Marine Science and Technology Bulletin*, 8(2): 55-57.
- Cengiz, Ö. (2019b). Türkiye Denizleri için mırmır balığı'nın (*Lithognathus mormyrus* Linnaeus, 1758) maksimum boy kaydı ve ağırlık-boy ilişkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3): 382-387.
- Cengiz, Ö. (2019c). Türkiye Suları için tekir balığı'nın (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) maksimum boy kaydı. *S.Ü. Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 45(1): 32-38.
- Cengiz, Ö., Paruğ, Ş. Ş. & Kızılkaya, B. (2019a). Saros Körfezi'ndeki (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) kupes balığının (*Boops boops* Linnaeus, 1758) üreme zamanı ve ağırlık-boy ilişkisinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4): 577-582.
- Cengiz, Ö., Paruğ, Ş. Ş. & Kızılkaya, B. (2019b). First record of wide-eyed flounder (*Bothus podas* Delaroche, 1809) in Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(6): 899-902.
- Cengiz, Ö., Kızılkaya, B. & Paruğ, Ş. Ş. (2019c). Türkiye Suları için isparoz balığı'nın (*Diplodus annularis* Linnaeus, 1758) büyüme özellikleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(5): 817-822.
- Cengiz, Ö., Paruğ, Ş. Ş. & Kızılkaya, B. (2019d). Maximum length record of common two-banded seabream (*Diplodus vulgaris* Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) for Aegean Sea with Turkish waters. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34(2): 160-163.
- Cengiz, Ö., Kızılkaya, B. & Paruğ, Ş. Ş. (2019e). Ege Denizi için eşkina balığı'nın (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758) maksimum boy kaydı. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4): 659-663.
- Cengiz, Ö. (2020a). A study on maximum length record of saddled seabream (*Oblada melanura* Linnaeus, 1758) caught off Gökçeada Island (Northern Aegean Sea, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(1): 58-61.

- Cengiz, Ö. (2020b). An assessment on maximum size of Salema (*Sarpa salpa* Linnaeus, 1758) in Northern Aegean coasts of Turkey. *Marine and Life Sciences*, 2(1): 41-44.
- Cengiz, Ö. (2020c). On maximum length record of the chub mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) from Northern Aegean Sea (Turkey, eastern Mediterranean). *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(2): 173-177.
- Cengiz, Ö. (2020d). An observation about maximum size record of blotched picarel (*Spicara maena* Linnaeus, 1758) from Northern Aegean coasts of Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(1): 71-74.
- Cengiz, Ö. & Paruğ, Ş. Ş. (2021). A new maximum size record of the shi drum (*Umbrina cirrosa* Linnaeus, 1758) for Aegean Sea. *Brazilian Journal of Biology*, <https://doi.org/10.1590/1519-6984.231643> (In press).
- Ceyhan, T., Akyol, O. & Erdem, M. (2009). Length-weight relationships of fishes from Gökova Bay, Turkey (Aegean Sea). *Turkish Journal of Zoology*, 33: 69-72.
- Ceyhan, T., Ertoşluk, O., Akyol, O. & Özgül, A. (2018). The maximum size of bogue, *Boops boops* (Perciformes: Sparidae) for the Mediterranean. *Acta Aquatica Turcica*, 14(4): 399-403.
- Costa, A. M., Gordo, L. & Martins, M. M. (2017). Growth and distribution of mackerel *Scomber scombrus* Linnaeus, 1758 from the west coast of Portugal. *Cahiers de Biologie Marine*, 58: 409-421.
- Çakır, D. T., Koç, H. T., Başusta, A. & Başusta, N. (2008). Length-weight relationships of 24 fish species from Edremit Bay Aegean Sea. *e-Journal of New World Sciences Academy Natural and Applied Sciences*, 3: 47-51.
- Dulčić, J. & Soldo, A. (2005). A new maximum length for the grey triggerfish, *Balistes capriscus* Gmelin, 1789 (Pisces: Balistidae) from the Adriatic Sea. *Institute of Oceanography and Fisheries-Split Croatia*, 88: 1-7.
- Dulčić, J. & Soldo, A. (2006). A new maximum length for the garpike *Belone belone* (Belonidae). *Cybium*, 30: 382.
- Ehemann, N. R., González-González, L. V. & Trites, A. (2017). Lesser devil rays *Mobula cf. hypostoma* from Venezuela are almost twice their previously reported maximum size and may be a new sub-species. *Journal of Fish Biology*, 90: 1142-1148.
- Eltink, A. (1987). Changes in age-size distribution and sex-ratio during spawning and migration of western mackerel (*Scomber scombrus* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 41: 10-22.
- Filiz, H. (2011). A new maximum length for the red mullet, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4: 131-135.
- Filiz, H. & Sevingel, N. (2014). A new maximum length for the forkbeard, *Phycis phycis* (Linnaeus, 1766) in the Mediterranean Sea. *The Black Sea Journal of Sciences*, 4: 43-48.
- Filiz, H. & Sevingel, N. (2015). A new maximum length for the parrotfish, *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 1: 140-143.
- Freedman, J. A. & Noakes, D. L. G. (2002). Why are there no really big bony fishes? A point-of-view on maximum body size in teleosts and elasmobranchs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12: 403-416.
- Froese, R. & Pauly, D. (Editors). (2019). FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (08/2019).
- Gordo, L., Martins M. M. & Jorge I. M. (1982). Preliminary study on age and growth of mackerel (*Scomber scombrus* L.) in the ICES sub-area. *IX. ICES CM1982/H*: 16.
- Gordo, L. S. & Martins, M. M. (1984). On some biological characteristics of mackerel (*Scomber scombrus* L.) from the west continental coast of Portugal. *ICES CM1984/H*: 49.
- Hasimoğlu, A., Ak, O., Kasapoğlu, N. & Atılğan, E. (2016). New maximum length report of *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) in the Black Sea, Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 22(2): 149-154.
- Helfman, G.S., Collette, B.B., Facey, D.E. & Bowen, B.W. (2009). *The diversity of fishes: Biology, evolution, and ecology*. Wiley-Blackwell, West Sussex, UK. 720 pp.
- Hossain, M. Y. (2010). New maximum size record for the goonch *Bagarius yarrelli* (Sykes, 1839) (Siluriformes: Sisoridae) from the Ganges River. *Sains Malaysiana*, 39: 157-159.
- Hossain, M. Y., Hossen, M. A., Nawar, F., Khatun, D., Pramanik, M. N. U., Parvin, M. F., Yahya, K. (2017). New maximum size records and length-weight relationships for two species. *Corica soborna* (Hamilton, 1822) and *Mystus bleekeri* (Day, 1877) from the Ganges River (NW Bangladesh). *Journal of Applied Ichthyology*, 33: 661-662.
- İşmen, A., Özen, O., Altınağaç, U., Özekinci, U. & Ayaz, A. (2007). Weight-length relationships of 63 fish species in Saros Bay, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 707-708.
- Karakulak, F. S., Erk, H. & Bilgin, B. (2006). Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 274-278.
- Koç, H. T., Erdoğan, Z. & Can, S. (2019). The new maximum length of the invasive lessepsian fish, bluespotted cornetfish *Fistularia commersonii* (Synbranchiformes: Fistulariidae) in the Eastern Mediterranean Sea. *Natural and Engineering Sciences*, 4(3): 1-9.
- Lucio, P. (1997). Biological aspects of mackerel (*Scomber scombrus* L. 1758) in the Bay of Biscay from the Basque country catches in the period 1987-1993. *ICES CM1997/BB*: 9.
- Mater, S., Kaya, M. & Bilecenoğlu, M. (2009). *Marine fishes of Turkey (4th press)*, Ege University Fisheries Faculty Publishings, No. 68, İzmir (In Turkish).
- Martins, M. M., Jorge, I. M. & Gordo L. S. (1982). Preliminary analysis on some biometrical data of *Scomber scombrus* L. from the occidental coast of Portugal during 1981. *ICES CM1982/H*:17.
- Martins, M. M. & Cardador, F. (1996). Abundance and distribution pattern of Spanish Mackerel (*Scomber japonicus*) and Mackerel (*Scomber scombrus*)

in the Portuguese continental waters (ICES Div. IXa). *ICES CM*1996/H: 24.

- Martins, M. M. (2007). Growth variability in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) and Spanish mackerel (*Scomber japonicus*) off Portugal. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1785-1790.
- Maurer, R. O. & Bowman, R. E. (1975). *Food habits of marine fishes of the northwest Atlantic-data report*. Northeast Fisheries Center.
- Navarro, M.R., Villamor, B., Myklevoll, S., Gil, J., Abaunza, P. & Canoura, J. (2012). Maximum size of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) and Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the Northeast Atlantic. *Cybiurn*, 36: 406-408.
- Neja, Z. (1990). Characteristics of age and growth of mackerel (*Scomber scombrus*L.) from northwest atlantic. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 20: 3-23.
- Nøttestad, L., Utne, K. R., Óskarsson, G. J., Jonsson, S., Jacobsen, J. A., Tangen, Ø., Anthonypillai, V., Bernasconi, B., Debes, H., Smith, L., Sveinbjörnsson, S., Holst, J. C., Jansen, T. & Slotte, A. (2016). Quantifying changes in abundance, biomass and spatial distribution of Northeast Atlantic (NEA) mackerel (*Scomber scombrus*) in the Nordic Seas from 2007 to 2014. *ICES Journal of Marine Science*, 73: 359-373.
- Olafsdottir, A. H., Slotte, A., Jacobsen, J. A., Óskarsson, G. J., Utne, K. R. & Nøttestad, L. (2016). Changes in weight-at-length and size-at-age of mature Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) from 1984 to 2013: Effects of mackerel stock size and herring (*Clupea harengus*) stock size. *ICES Journal of Marine Science*, 73: 1255-1265.
- Özaydın, O. & Taşkavak, E. (2006). Length-weight relationships for 47 fish species from Izmir Bay (eastern Aegean Sea, Turkey). *Acta Adriatica*, 47: 211-216.
- Özdemir, S., Özsandıkçı, U. & Büyükdıveci, F. (2019). A new maximum length with length-weight relationship of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) from Central Black Sea Coasts of Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 8(2): 85-91.
- Peters, R. H. (1983). *The ecological implications of body size*. Cambridge University Press, New York, NY.
- Palacios-Salgado, D.S., Flores-Ortega, J.R., Zavala-Leal, O.I. (2018). Length-weight relationship for sea catfishes (Siluriformes: Ariidae) from the southeastern Gulf of California with new records on maximum length. *Journal of Applied Ichthyology*, 34:700-702.
- Sarı, E. & Çağatay, M. N. (2001). Distributions of heavy metals in the surface sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Environment International*, 26: 169-173.
- Scott, W. B. & Tibbo, S. N. (1968). Food and feeding habits of swordfish, *Xiphias gladius*, in the western North Atlantic. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 25(5): 903-919.
- Smith, G. J. D. & Gaskin, D. E. (1974). The diet of harbor porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)) in coastal waters of eastern Canada, with special reference to the Bay of Fundy. *Canadian Journal of Zoology*, 52(6): 777-782.
- Šprem, N., Matulić, D., Treer, T. & Aničić, I. (2010). A new maximum length and weight for *Scardinius erythrophthalmus*. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(4): 618-619.
- Quinn II, T. J. & Deriso, R. B. (1999). *Quantitative fish dynamics*. Oxford University Press, Inc., New York, NY.
- Tokaç, A., Akyol, O., Tosunoğlu, Z., Aydın, C. & Kaykaç, H. (2017). Occurrence of a huge meagre, *Argyrosomus regius* in İzmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 3(2): 63-66.
- Tokat, E. & Sayın, E. (2007). Water masses influencing the hydrographic properties of Saros Bay. *Rapp Comm Int Mer Medit*, 38: 205.
- Tutman, P., Glamuzina, B., Bartulović, V. & Dulčić, J. (2007). A new maximum length for *Anguilla anguilla* (Anguillidae). *Cybiurn*, 31(4): 485-486.
- Valić, D., Vardić Smrzlić, I., Kapetanović, D., Teskeredžić, Z., Pleše, B. & Teskeredžić, E. (2013). Identification, phylogenetic relationships and a new maximum size of two rudd populations (*Scardinius*, Cyprinidae) from the Adriatic Sea drainage, Croatia. *Biologia*, 68: 539-545.
- VanderBloemen, S. N., Gorne, J. A., Sass, G. G. & Shaw, S. L. (2020). Influence of cisco (*Coregonus artedii*, Lesueur) on muskellunge (*Esox masquinongy*, Mitchill) mean length, population size structure, and maximum size in northern Wisconsin lakes. *Journal of Applied Ichthyology*, 36: 159-167.
- Vander Veer, H. W., Kooijman, S. A. L. M. & Vander Meer, J. (2003). Body size scaling relationships in flatfish as predicted by Dynamic Energy Budgets (DEB theory): implications for recruitment. *Journal of Sea Research*, 50: 257-272.
- Villamor, B., Abaunza, P. & Fariña, A. C. (2004). Growth variability of mackerel (*Scomber scombrus*) off north and northwest Spain and a comparative review of the growth patterns in the northeast Atlantic. *Fisheries Research*, 69: 107-121.
- Whitehead, P. J. P., Bauchot, M. L., Hureau, J. C., Nielsen, J. & Tortonese, E. (Eds.) 1984. *Scombridae*. In *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*, (pp. 981-997). UNESCO, Paris.



## Temporal variation of microbial load under controlled laboratory conditions of *Tubifex tubifex* collected from nature



Pınar Çelik\*<sup>1</sup>, Fikret Çakır<sup>2</sup>

\*Corresponding author: [pınarakaşlan@yahoo.com](mailto:pınarakaşlan@yahoo.com)

Received: 27.08.2020

Accepted: 19.10.2020

### Affiliations

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Marine Sciences and Technology Faculty, Department of Aquaculture, 17100, Çanakkale, TURKEY.

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Marine Sciences and Technology Faculty, Department of Fishing and Fish Processing Technology, Çanakkale, TURKEY.

### ABSTRACT

This paper has compared microbiological load levels of *Tubifex tubifex* both collected from nature and kept under controlled conditions for 28 days. Six different experimental groups were investigated. These groups were (1) the group with sand on the tank floor and ultraviolet (UV) sterilized (Group 1 = KUVL), (2) the group with sand on the tank floor but not UV sterilized (Group 2 = KUVS), (3) the group with mud on the tank floor and UV sterilized (Group 3 = ÇUVL), (4) the group with mud on the tank floor but not UV sterilized (Group 4 = ÇUVS), (5) the group with the empty tank floor and UV sterilized (Group 5 = ZUVL), (6) the group with the empty tank floor but not UV sterilized (Group 6 = ZUVS). Water-related parameters were kept constant in all groups. The experiments were carried out in triplicate and 100 grams of alive *T. tubifex* were stocked for each group. Microbiological samples were taken from *T. tubifex*, which were kept in the closed-circuit system for twenty-eight days, on a weekly basis periodically (0, 7, 14, 21, 28 days) and measurements were conducted. The results revealed that the number of total aerobic bacteria (TAB) showed a time-dependent decrease in all groups. Moreover, it has been determined that the amount of microbiological bacterial load decreased continuously until the end of 28 days.

### Keywords

*Tubifex tubifex*  
Culture  
Microbiology  
Yeast-mold  
Pseudomonas/aeromonas  
Coliform bacteria  
Mesophile/ psychrophile bacteria

## Doğadan toplanan *Tubifex tubifex*'in mikrobiyal yük seviyesinin kontrollü laboratuvar şartlarında değişimi

### ÖZET

Bu çalışmada, doğadan toplanan *Tubifex tubifex*'ler ile 28 gün boyunca kontrollü şartlarda tutulan *T. tubifex*'lerin mikrobiyolojik yük seviyeleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla altı farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Bu gruplar (1) tank zemininde kum olan ve ultraviyole (UV) sterilizasyon işlemi uygulanan grup (1. Grup = KUVL), (2) tank zemininde kum olan ancak UV sterilizasyon uygulanmayan grup (2. Grup = KUVS), (3) tank zemininde çamur olan ve UV sterilizasyon işlemi uygulanan grup (3. Grup = ÇUVL), (4) tank zemininde çamur olan ancak UV sterilizasyon uygulanmayan grup (4. Grup = ÇUVS), (5) tank zemini boş olan ve UV sterilizasyon işlemi uygulanan grup (5. Grup = ZUVL), (6) tank zemini boş olan ancak UV sterilizasyon işlemi uygulanmayan grup (6. Grup = ZUVS) olarak planlanmıştır. Su parametreleri tüm gruplarda sabit tutulmuştur. Denemeler üç tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiş olup her bir gruba 100'er gram canlı *T. tubifex* stoklanmıştır. Kapalı devre sistemde bir yirmisekiz gün boyunca tutulan *T. tubifex* lardan periyodik olarak (0. gün, 7. gün, 14. gün, 21. gün ve 28. gün) mikrobiyolojik örnekler alınmış ve ölçümler yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre toplam aerob

### Anahtar Kelimeler

*Tubifex tubifex*  
Yetiştiricilik  
Mikrobiyoloji  
Maya-küf  
Pseudomonas/aeromonas  
Koliform bakteri  
Mezofil/psikrofil bakteri

### Cite this article as

Çelik, P. & Çakır, F. (2020). Temporal variation of microbial load under controlled laboratory conditions of *Tubifex tubifex* collected from nature. *Marine and Life Sciences*, 2(2): 71-77. (In Turkish)

bakteri sayısı (TAB) tüm gruplarda zamana bağlı bir azalma göstermiştir. Bunun yanı sıra ortamdaki mikrobiyolojik bakteri yük miktarının başlangıç anından itibaren 28 günün sonuna kadar sürekli düşüş eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir.

## Giriş

*Tubifex tubifex* akvaryum balıklarının beslenmesinde yaygın olarak kullanılan en önemli canlı yemlerden biridir. Fiyatının yüksek olması canlıya olan talep ile doğru orantılıdır. *T. tubifex*'in bu kadar çok tercih edilmesinin en önemli sebebi balıkların üreme ve büyüme performansını dikkat çekici seviyede yükseltmesidir. Özellikle de  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 serisi yağ asitleri, esansiyel aminoasit ve karotenoid pigmentleri bakımından zengin bir besin kaynağıdır (Yanar ve ark., 2003; Çelik, 2018). *T. tubifex*, dünya genelinde tatlı su ekosistemlerinde (Brinkhurst ve Jameison, 1971; Lazim ve Learner, 1986; Şahin ve Yıldız, 2011), özellikle de organik madde bakımından zengin akarsular, lağım suları, mezbahane ve sığır işletme atıklarının döküldüğü kirli dere yataklarında bol miktarda bulunan bir canlıdır (Brinkhurst ve Jamieson, 1971; Chekanovskaya, 1981; Lazim ve Learner, 1986). Balık beslemede yaygın olarak kullanılan, organik ve inorganik yükü oldukça fazla olan *T. tubifex*'ler bu tür doğal ortamlardan toplanmaktadır. Dolayısıyla, hem bu canlı ile temas eden insanlar için hem de beslenen canlılar için yüksek seviyede hastalık riskleri taşımaktadır (Tanyolaç, 1993; Yanar ve ark., 2003; Elibol ve ark., 2006). Yaşadıkları ortamdaki patojenik mikroorganizmalar ile etkileşim içerisinde olduklarından, birçok mikroorganizma için konak vazifesi görebilmektedirler. *T. tubifex*'ler bilhassa alabalıklar üzerinde etkili olduğu bilinen *Myxobolus cerebralis* sporlarının ana konakçısı durumundadırlar (Markiw ve Wolf 1983; Wolf ve ark., 1986; El-Matbouli ve Hoffman, 1989; El-Matbouli ve Hoffman, 1995; Beauchamp ve ark., 2002). Bu ve buna benzer daha pek çok hastalık etmenini bünyesinde barındırabilen *T. tubifex*, balık üreticileri, yetiştiriciler ve nihai aşamada balıklarını bu canlılar ile besleyen akvaryum severler için potansiyel bir hastalık tehlikesi taşıyabilmektedir. Buna rağmen *T. tubifex*'lerin balık beslemede kullanımı her geçen gün artmaktadır. Tüm bu hastalık risklerinin en aza indirgenebilmesi için bu canlıların kontrollü şartlarda yetiştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada doğadan toplanan *T. tubifex*'lerin bünyelerindeki mikrobiyal yük bazı değerlerle ölçülmüştür. Bu çalışmanın nihai amacı hastalık riski yüksek olan doğal ortamlarından toplanan *Tubifex*'lerin mikrobiyolojik açıdan ne derece

risk taşıdıklarını tespit ettikten sonra bu risklerin tamamen ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi yönünde çözüm önerileri getirmektir.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, öncelikle Eskişehir Porsuk Çayı'ndan toplanan *T. tubifex*'lerin bünyesindeki mikrobiyolojik yük miktarı tespit edilmiştir. Sonraki aşamada ise, doğadan toplanan canlı materyaller Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Akvaryum Balıkları Üretim ve Araştırma Ünitesi'nde kontrollü kapalı devre sistemlerin kullanıldığı akvaryumlara stoklanmıştır. Çalışmada altı farklı deneme grubu oluşturulmuştur.

1. Grup (KUVL): Tank zemininde kum olan ve Ultraviole (UV) sterilizasyon işlemi uygulanan grup.
2. Grup (KUVS): Tank zemininde kum olan ancak UV sterilizasyon uygulanmayan grup.
3. Grup (ÇUVL): Tank zemininde çamur olan ve UV sterilizasyon işlemi uygulanan grup.
4. Grup (ÇUVS): Tank zemininde çamur olan ancak UV sterilizasyon uygulanmayan grup.
5. Grup (ZUVL): Tank zemini boş olan ve UV sterilizasyon işlemi uygulanan grup.
6. Grup (ZUVS): Tank zemini boş olan ancak UV sterilizasyon işlemi uygulanmayan grup.

Grupların hepsinde sabit su şartları uygulanmıştır. Üçer tekerrürden oluşan grupların her bir tekerrürüne 100'er gram *T. tubifex* stoklanmıştır. Kapalı devre sistemde bir ay tutulan *T. tubifex*'lerden 7 gün aralıklarla (0. gün, 7. gün, 14. gün, 21. gün ve 28. gün) mikrobiyolojik örnekler alınmış ve toplam aerob mezofil bakteri sayısı, psikrofil bakteri sayısı, toplam koliform bakteri sayısı, toplam maya-küf sayısı, *pseudomonas-aeromonas* sp. bakteri sayısı ölçümleri yapılmıştır. Bir aylık periyotta 3 farklı zemin ortamında bulunan (kum, çamur ve zeminsiz) *T. tubifex*'lerden bir bölümüne UV uygulaması yapılmış diğer bölümüne ise UV uygulaması yapılmamıştır. Böylece aynı zeminlerde UV'li UV'siz sistemlerdeki analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu şekilde UV'nin etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun için başlangıçta örnek alındıktan sonra her hafta birer örnek alınmış ve deneme 1 ay sonra sonlandırılmıştır.

Bakteriyel aktiviteyi belirlemek üzere yapılan mikrobiyolojik analizde, steril bir pens yardımı ile 1 gram örnek alınıp 9 mililitre serum fizyolojik su içerisinde homojenize edilmiştir. Homejenizatlardan  $10^{-8}$  e kadar seri seyreltilimler hazırlanarak yayma plak yöntemlerine göre ekimler yapılarak bakteri sayımları gerçekleştirilmiştir. Ekimler üçer tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Total aerobik mezofilik bakteri sayımında; besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA, Merck) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılan petri kutuları  $37^{\circ}\text{C}$ 'de 24-48 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda petri kutularındaki aerobik mezofilik bakteriler sayılarak total aerobik mezofilik bakteri sayıları belirlenmiştir.

Psikrofil bakteri sayımında; besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA, Merck) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılan petri kutuları  $7^{\circ}\text{C}$ 'de 7 gün aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda petri kutuları sayılarak psikrofilik bakteri sayıları belirlenmiştir.

Toplam koliform bakteri sayısının belirlenmesinde besiyeri olarak Violet Red Bile Agar (VRB, Merck) kullanılmıştır. Yüzeye yayma metoduna göre ekimi yapılan petri kutuları  $37^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda çapı 1 mm'nin üzerinde olan koloniler sayılarak toplam koliform bakteri sayısı belirlenmiştir.

Toplam maya-küf sayımı için Malt Extract Agar (Merck) kullanılmıştır. Petri kaplarına yayma plak yöntemine göre ekimler yapılmış ve besiyerleri inkübasyon için  $25-28^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün süre bekletilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda oluşan koloniler sayılarak toplam maya-küf sayısı belirlenmiştir.

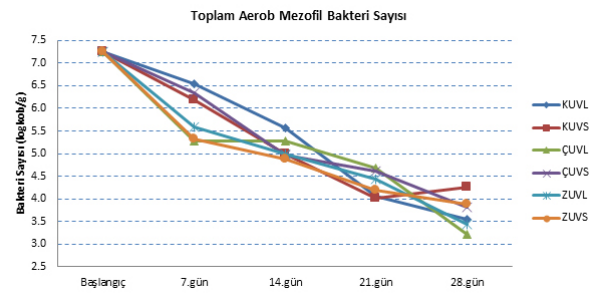
*Pseudomonas-Aeromonas* sp. bakteri sayımında Glutamate Starch Phenol Red (GSP) Agar kullanılmıştır. Yayma plak yöntemine göre ekimi yapılan besiyerleri  $28^{\circ}\text{C}$  'da 3 gün süre ile inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda oluşan 2-3 mm çaplı sarı renkli ve etrafı sarı zonlu koloniler *Aeromonas* sp, yine 2-3mm çaplı kırmızı ve etrafı kırmızı zonlu koloniler *Pseudomonas* sp. olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen verilerin değerlendirilmesinde "SPSS 20" paket programından yararlanılmıştır. Üzerinde durulan her bir özellik için grup ortalamalarının önemlilik testi, Varyans Analiziyle (ANOVA) yapılmış ve gruplar arasındaki olası farklar 'Tukey Çoklu

Karşılaştırma' testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

## Bulgular

Bu çalışmada oluşturulan 6 farklı gruptan periyodik aralıklarla alınan örneklerin mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda doğadan toplanan örneklerin sonuçları (Tablo 1'de Başlangıç olarak verilmiştir) ile kontrollü laboratuvar şartlarındaki bireylerin mikrobiyal yük seviyelerikarşılaştırılmıştır. Yapılan mikrobiyolojik analizlere ait bulgular Tablo 1 ile Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te sunulmuştur.



**Şekil 1:** *T. tubifex*' in kum, çamur ve zeminsiz alanlarda UV uygulanan ve UV uygulanmayan koşullardaki "Toplam Aerob Mezofil Bakteri Sayısı".

Elde edilen bulgulara göre toplam aerob bakteri sayısı (TAB) çalışma başlangıcında  $7,26 \pm 0,24$  log kob/gr iken tüm gruplarda zamana bağlı bir azalma göstermiştir (Şekil 1). Çalışmanın 28. gününde KUVL grubunda  $3,56 \pm 0,06$  log kob/gr; KUVS grubunda  $4,26 \pm 0,12$  log kob/gr; ÇUVL grubunda  $3,21 \pm 0,23$  log kob/gr; ÇUVS grubunda  $3,82 \pm 0,22$  log kob/gr; ZUVL grubunda  $3,45 \pm 0,03$  log kob/gr ve ZUVS grubunda  $3,88 \pm 0,02$  log kob/gr olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Çalışmanın 7. gününde zeminleri aynı UV uygulamaları farklı gruplardan sadece ÇUVL ve ÇUVS arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,05$ ) bulunurken kum ve zeminsiz gruplardaki mikrobiyal yük miktarları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Çalışmanın 14 ve 21. günlerinde ise tüm gruplardaki UV uygulanmış ve UV uygulanmamış örneklerdeki mikroorganizma yükleri arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). Çalışmanın sonlandırıldığı 28. günde ise tüm zeminlerde (Kum, Çamur, Zeminsiz) UV uygulanan ve UV uygulanmayan gruplar arasındaki istatistiksel farklar önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur (Tablo 1). En düşük toplam aerob bakteri sayısı ise ÇUVL grubunda tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre UV uygulanan gruplardaki mikroorganizma yükleri UV uygulanmayan örneklerden daha düşük bulunmuştur.

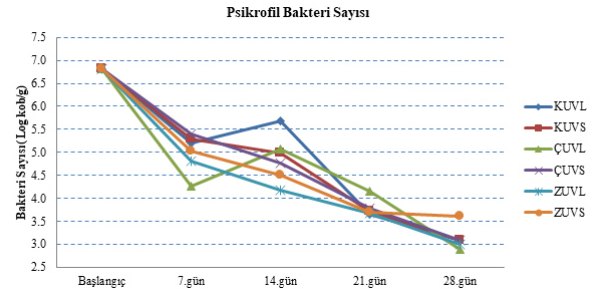
Çalışma başlangıcında  $6,83 \pm 0,16$  olarak tespit

**Tablo 1.** *T. tubifex* in kum, çamur ve zeminiz alanlarda UV uygulanan ve UV uygulanmayan koşullardaki mikroorganizma yükleri

(KUVL: Kum Zemin UV Uygulanmış; KUVS: Kum Zemin UV Uygulanmamış; ÇUVL: Çamur Zemin UV Uygulanmış; ÇUVS: Çamur Zemin UV Uygulanmamış; ZUVL: Zeminiz UV Uygulanmış; ZUVS: Zeminiz UV Uygulanmamış. A-B: aynı gündeki KUVL ve KUVS arasındaki farkları göstermektedir. a-b: aynı gündeki ÇUVL ve ÇUVS arasındaki farkları göstermektedir. x-y; aynı gündeki ZUVL ve ZUVS arasındaki farkları göstermektedir)

Mikroorganizmalar-Süre		Deneme Grupları-Mikroorganizma sayıları ( $\pm$ standart hata) (log kob/gr)				
Toplam Aerob Mezofil Bakteri	KUVL	KUVS	ÇUVL	ÇUVS	ZUVL	ZUVS
Başlangıç	7,26 $\pm$ 0,24					
7. gün	6,55 $\pm$ 0,15 <sup>A</sup>	6,19 $\pm$ 0,20 <sup>A</sup>	5,28 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	6,35 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	5,60 $\pm$ 0,23 <sup>x</sup>	5,32 $\pm$ 0,17 <sup>x</sup>
14. gün	5,57 $\pm$ 0,35 <sup>A</sup>	4,98 $\pm$ 0,15 <sup>A</sup>	5,28 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	4,97 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	4,99 $\pm$ 0,01 <sup>x</sup>	4,89 $\pm$ 0,18 <sup>x</sup>
21. gün	4,05 $\pm$ 0,37 <sup>A</sup>	4,01 $\pm$ 0,41 <sup>A</sup>	4,68 $\pm$ 0,47 <sup>a</sup>	4,62 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	4,44 $\pm$ 0,12 <sup>x</sup>	4,19 $\pm$ 0,26 <sup>x</sup>
28. gün	3,56 $\pm$ 0,06 <sup>B</sup>	4,26 $\pm$ 0,12 <sup>A</sup>	3,21 $\pm$ 0,23 <sup>b</sup>	3,82 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	3,45 $\pm$ 0,03 <sup>y</sup>	3,88 $\pm$ 0,02 <sup>x</sup>
<b>Psikrofil Bakteri</b>						
Başlangıç	6,83 $\pm$ 0,16					
7. gün	5,21 $\pm$ 0,71 <sup>A</sup>	5,29 $\pm$ 0,46 <sup>A</sup>	4,26 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	5,39 $\pm$ 0,49 <sup>a</sup>	4,81 $\pm$ 0,41 <sup>y</sup>	5,03 $\pm$ 0,14 <sup>x</sup>
14. gün	5,68 $\pm$ 0,36 <sup>A</sup>	4,97 $\pm$ 0,09 <sup>B</sup>	5,06 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	4,77 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	4,19 $\pm$ 0,05 <sup>y</sup>	4,51 $\pm$ 0,20 <sup>x</sup>
21. gün	3,66 $\pm$ 0,10 <sup>A</sup>	3,72 $\pm$ 0,08 <sup>A</sup>	4,15 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	3,77 $\pm$ 0,49 <sup>a</sup>	3,67 $\pm$ 0,47 <sup>x</sup>	3,69 $\pm$ 0,16 <sup>x</sup>
28. gün	3,08 $\pm$ 0,18 <sup>A</sup>	3,09 $\pm$ 0,59 <sup>A</sup>	2,89 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	3,09 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	3,00 $\pm$ 0,25 <sup>y</sup>	3,61 $\pm$ 0,16 <sup>x</sup>
<b>Toplam Koliform Grubu</b>						
Başlangıç	5,39 $\pm$ 0,01					
7. gün	3,99 $\pm$ 0,76 <sup>A</sup>	3,16 $\pm$ 0,51 <sup>B</sup>	2,89 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	3,49 $\pm$ 0,61 <sup>a</sup>	3,29 $\pm$ 0,42 <sup>y</sup>	4,39 $\pm$ 0,18 <sup>x</sup>
14. gün	4,10 $\pm$ 0,32 <sup>A</sup>	4,35 $\pm$ 0,07 <sup>A</sup>	3,97 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	4,09 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	4,67 $\pm$ 0,09 <sup>x</sup>	4,34 $\pm$ 0,21 <sup>x</sup>
21. gün	3,10 $\pm$ 0,05 <sup>A</sup>	3,16 $\pm$ 0,06 <sup>A</sup>	3,65 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	3,67 $\pm$ 0,53 <sup>a</sup>	2,69 $\pm$ 0,47 <sup>y</sup>	3,18 $\pm$ 0,16 <sup>x</sup>
28. gün	3,15 $\pm$ 0,29 <sup>A</sup>	3,35 $\pm$ 0,64 <sup>A</sup>	3,01 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	3,06 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	2,00 $\pm$ 0,26 <sup>y</sup>	2,60 $\pm$ 0,15 <sup>x</sup>
<b>Maya-Küf</b>						
Başlangıç	6,24 $\pm$ 0,06					
7. gün	5,46 $\pm$ 0,04 <sup>A</sup>	5,43 $\pm$ 0,01 <sup>A</sup>	3,00 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	3,14 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	4,10 $\pm$ 0,03 <sup>y</sup>	4,57 $\pm$ 0,05 <sup>x</sup>
14. gün	4,48 $\pm$ 0,09 <sup>A</sup>	4,04 $\pm$ 0,07 <sup>B</sup>	3,01 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	3,01 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	4,02 $\pm$ 0,09 <sup>x</sup>	4,13 $\pm$ 0,03 <sup>x</sup>
21. gün	2,63 $\pm$ 0,14 <sup>B</sup>	3,44 $\pm$ 0,06 <sup>A</sup>	3,23 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	3,19 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	2,46 $\pm$ 0,12 <sup>x</sup>	2,87 $\pm$ 0,09 <sup>x</sup>
28. gün	2,53 $\pm$ 0,13 <sup>A</sup>	2,56 $\pm$ 0,09 <sup>A</sup>	2,39 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	2,30 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	2,32 $\pm$ 0,02 <sup>x</sup>	2,46 $\pm$ 0,03 <sup>x</sup>
<b><i>Pseudomonas Aeromonas</i></b>						
Başlangıç	6,67 $\pm$ 0,89					
7. gün	6,01 $\pm$ 0,64 <sup>A</sup>	5,14 $\pm$ 1,32 <sup>B</sup>	4,26 $\pm$ 0,74 <sup>b</sup>	4,70 $\pm$ 1,08 <sup>a</sup>	4,70 $\pm$ 0,88 <sup>x</sup>	4,25 $\pm$ 0,35 <sup>y</sup>
14. gün	5,69 $\pm$ 0,80 <sup>A</sup>	5,11 $\pm$ 0,14 <sup>B</sup>	4,43 $\pm$ 0,57 <sup>a</sup>	4,77 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>	4,19 $\pm$ 0,20 <sup>x</sup>	4,28 $\pm$ 0,03 <sup>x</sup>
21. gün	3,88 $\pm$ 0,24 <sup>A</sup>	3,66 $\pm$ 0,23 <sup>A</sup>	4,22 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	3,97 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	3,53 $\pm$ 0,52 <sup>x</sup>	4,00 $\pm$ 0,23 <sup>x</sup>
28. gün	3,69 $\pm$ 0,10 <sup>B</sup>	3,93 $\pm$ 0,16 <sup>A</sup>	3,18 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	3,25 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	3,59 $\pm$ 0,58 <sup>x</sup>	3,65 $\pm$ 0,58 <sup>x</sup>

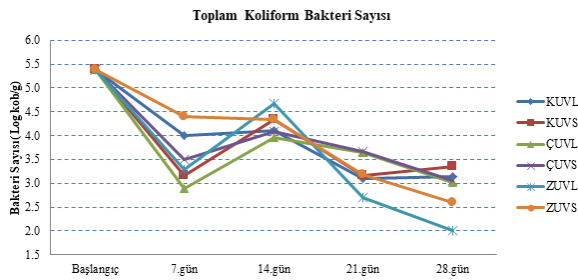
edilen psikrofil bakteri sayısı tüm çalışma gruplarında süreye bağlı olarak bir azalma göstermiştir (Şekil 2). İzlenme süresinin 28. gününde deneme gruplarında tespit edilen mikroorganizma yoğunlukları sırasıyla; KUVL grubunda 3,08 $\pm$ 0,18 log kob/gr; KUVS grubunda 3,09 $\pm$ 0,59 log kob/gr; ÇUVL grubunda 2,89 $\pm$ 0,14 log kob/gr; ÇUVS grubunda 3,09 $\pm$ 0,32 log kob/gr; ZUVL grubunda 3,00 $\pm$ 0,25 log kob/gr ve ZUVS grubunda 3,61 $\pm$ 0,16 log kob/gr olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). En düşük bakteri yükü ise yine ÇUVL grupta tespit edilmiştir. Çalışma başlangıcından 21. güne kadar tüm gruplarda istatistiksel olarak mikroorganizma miktarları arasında farklar gözükse de çalışmanın sonunda KUVL ve KUVS arasında ÇUVL ve ÇUVS arasında önemli bir fark bulunamamıştır ( $p>0,05$ ). Ancak zeminiz grup olan ZUVL ve ZUVS grupları arasındaki mikrobiyal yük ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Yine TAB'da olduğu gibi psikrofil bakteri sayısında da UV uygulaması yapılan zeminlerdeki bakteri yükünün uygulanmayanlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 2.** *T. tubifex* in kum, çamur ve zeminiz alanlarda UV uygulanan ve UV uygulanmayan koşullardaki "Psikrofil Bakteri Sayısı".

Toplam koliform bakteri sayıları çalışma başlangıcında 5,39 $\pm$ 0,01 log kob/gr olarak tespit edilirken tüm çalışma gruplarında süreye bağlı olarak azalmıştır (Şekil 3). Arındırma işleminin sonu olan 28. günde deneme gruplarında tespit edilen koliform bakteri sayıları ise sırasıyla; KUVL grubunda 3,15 $\pm$ 0,29 log kob/gr; KUVS grubunda 3,35 $\pm$ 0,64 log kob/gr; ÇUVL grubunda 3,01 $\pm$ 0,35 log kob/gr; ÇUVS grubunda 3,06 $\pm$ 0,40 log kob/gr; ZUVL grubunda 2,00 $\pm$ 0,26 log kob/gr ve ZUVS grubunda 2,60 $\pm$ 0,15 log kob/gr olarak tespit

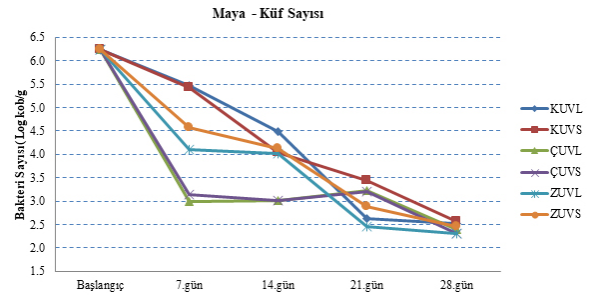
edilmiştir (Şekil 3). En düşük bakteri yükü ise ZUVL grubunda saptanmıştır. Tüm uygulama gruplarında depolamanın 7. gününde UV uygulmalı gruplar arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Çalışmanın 14, 21 ve 28. günlerinde kumlu ve çamurlu zeminlerde tespit edilen bakteri yükleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunurken ZUVL ve ZUVS gruplarında tespit edilen bakteri yükleri arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Koliform grubu bakteri miktarlarında da UV uygulaması yapılan gruplardaki mikroorganizma yükünün UV uygulanmayanlara oranla daha düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 3.** *T. tubifex* in kum, çamur ve zeminsiz alanlarda UV uygulanan ve UV uygulanmayan koşullardaki "Toplam Koliform Bakteri Sayısı".

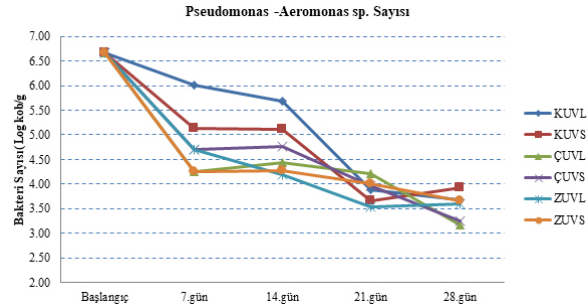
Maya-küf sayıları çalışma başlangıcında  $6,24 \pm 0,06$  log kob/gr olarak tespit edilmiştir (Şekil 4). Maya-küf sayısı arıtma süresine bağlı olarak tüm deneme gruplarında azalma göstermiş ve çalışmanın 28. gününde deneme gruplarında sırasıyla; KUVL grubunda  $2,53 \pm 0,13$  log kob/gr; KUVS grubunda  $2,56 \pm 0,09$  log kob/gr; ÇUVL grubunda  $2,39 \pm 0,32$  log kob/gr; ÇUVS grubunda  $2,00 \pm 0,09$  log kob/gr; ZUVL grubunda  $2,32 \pm 0,02$  log kob/gr ve ZUVS grubunda  $2,46 \pm 0,03$  log kob/gr olarak tespit edilmiştir. Arıtma süresi sonunda tüm gruplarda tespit edilen maya-küf değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde UV'li ve UV'siz gruplar arasındaki farkların önemsiz ( $p>0,05$ ) olduğu UV uygulamasının maya-küf sayısı üzerinde önemi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4).

*Pseudomonas-Aeromonas* sp. sayıları çalışma başlangıcında  $6,67 \pm 0,89$  log kob/gr olarak belirlenirken arıtma süresine bağlı olarak azalma göstermiştir (Şekil 5). Arıtma süresinin sonu olan 28. günde ise deneme gruplarındaki *Pseudomonas-Aeromonas* sp. sayısı sırasıyla; KUVL grubunda  $3,69 \pm 1,10$  log kob/gr; KUVS grubunda  $3,93 \pm 0,16$  log kob/gr; ÇUVL grubunda  $3,18 \pm 0,22$  log kob/gr; ÇUVS grubunda  $3,25 \pm 0,05$  log kob/gr; ZUVL grubunda  $3,59 \pm 0,58$  log kob/gr ve ZUVS grubunda  $3,65 \pm 0,58$  log kob/gr olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda KUVL ve KUVS



**Şekil 4.** *T. tubifex* in kum, çamur ve zeminsiz alanlarda UV uygulanan ve UV uygulanmayan koşullardaki "Maya-Küf Sayısı".

gruplarında UV uygulamaları arasındaki farklar önemli ( $p<0,05$ ) bulunurken, Diğer gruplardaki uygulamalar arası farklar önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. *Pseudomonas-Aeromonas* sp. mikroorganizmalarının da UV uygulanan gruplarda daha düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).



**Şekil 5:** *T. tubifex* in kum, çamur ve zeminsiz alanlarda UV uygulanan ve UV uygulanmayan koşullardaki "Pseudomonas -Aeromonas sp. Sayısı".

## Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada 28 günlük bir sürede 3 farklı zemin ortamında bulunan (kum, çamur ve zeminsiz) *T. tubifex* lerden bir bölümüne UV uygulaması yapılmış diğer bölümüne ise UV uygulaması yapılmamıştır. Elde edilen bulgulara göre toplam aerob bakteri sayısı (TAB) çalışma başlangıcında  $7,26 \pm 0,24$  log kob/g iken tüm gruplarda zamana bağlı bir azalma göstererek çalışmanın 28. gününde KUVL grubunda  $3,56 \pm 0,06$  log kob/gr; KUVS grubunda  $4,26 \pm 0,12$  log kob/gr; ÇUVL grubunda  $3,21 \pm 0,23$  log kob/gr; ÇUVS grubunda  $3,82 \pm 0,22$  log kob/gr; ZUVL grubunda  $3,45 \pm 0,03$  log kob/gr ve ZUVS grubunda  $3,88 \pm 0,02$  log kob/gr olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre UV uygulanan gruplardaki mikroorganizma yükleri UV uygulanmayan örneklerden daha düşük bulunmuştur. Bunun yanı sıra ortamdaki mikrobiyolojik bakteri yük miktarının başlangıç anından itibaren 28 günün sonuna kadar sürekli düşüş eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Bu 28 günlük bekletme süresinin sonunda UV uygulamasının örneklerdeki toplam aerob bakteri



sayısının azalmasında daha etkili olabileceğini göstermiştir. Ayrıca, *T. tubifex*' lerin koliform grubu bakterilerden arındırılması işleminde kum ve çamur zeminlerde bekletilen *T. tubifex*' lerdeki bakterileri yüklerinin zeminsiz ortamda bekletilen *T. tubifex*' lere oranla daha fazla olduğu, bu durum da kum ve çamur zeminlerin koliform bakterileri daha fazla barındırdığını göstermektedir. Bu sebeple koliform grubu bakterilerin uzaklaştırılmasında *T. tubifex*' lerin zeminsiz ortamlarda bekletilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir. Su kolonundaki besinlerinden de istifade edebilen *T. tubifex* için askıda katı miktarı da önemlidir. Dolayısıyla doğal ortamda mezbahane suları ve kanalizasyon atıklarının olduğu bölgelerde vs. *T. tubifex* popülasyonunun yoğun olması bunun en büyük göstergesidir. Yetiştiricilik ortamında kullanılacak kültür suyunun da bu gibi ortamlardaki sular gibi olması üretim potansiyelini arttıracaktır. Bu noktadan sonra yine hastalık yapıcı etmenlerin ortaya çıkması kuvvetle muhtemeldir. Böyle bir ortamda mikrobiyolojik yükü risk değerlerinin altında tutabilmek oldukça zordur. Birçok araştırmacı *T. tubifex*' in bulunduğu doğal ortamda aşırı organik yük açısından indikatör olduğunu kabul etmektedir (Milbrink, 1978, 1980, 1987; Lang ve Lang-Dobler, 1980; Sarkka, 1987). Bundan dolayı da *T. tubifex* ile beslenen su canlılarının hasta olma riskleri artmaktadır. Kontrollü şartlarda *T. tubifex* yetiştiriciliğinin yapılması, işte bu hastalık riskinin minimum seviyeye indirilmesi sağlayabilir. Bu çalışmanın en önemli hedeflerinden biri de budur. Bu yüzden kontrollü laboratuvar şartlarında tutulan *T. tubifex*' lerin mikrobiyolojik yüklerindeki değişim gözlenmiştir. Doğadaki *T. tubifex*' lerin maruz kaldığı en ciddi enfeksiyonlardan biri *Myxobolus cerebralis*' tir. Beauchamp ve ark. (2006) yaptıkları iki laboratuvar denemesinde *M. cerebralis* enfeksiyonuna maruz kalmış *T. tubifex*' in bu parazite karşı olan hassasiyetini araştırmışlardır. Deneyin başında ve sonunda, deney ve kontrol gruplarındaki kültürlerle genetik analizler yapılarak *M. cerebralis* enfeksiyonuna maruz kalmış hastalıklı kültürler ile temiz kültürlerin toplam parazit üremesi yöntemi kullanılarak aralarındaki durum değerlendirilmiştir. Hassas ve dirençli kurtların birlikte bulunduğu kültürlerin, bu hastalığa karşı hassas olan kurtların bulunduğu kültürlerle kıyaslandığında parazit üremesinin devamlılığının %70 azaldığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonunda bazı *T. tubifex* türlerine *M. cerebralis* parazitinin verilmesi ölümlerle sonuçlanabilir ya da parazit inaktif olabilir ve belki de bazı dönme hastalığı olan bölgelerdeki duyarlı Oligochaeta'lerle kıyaslandığında daha fazla hayatta kalma şansı da gösterebileceği

bulunmuştur. Bunun yanı sıra Kaeser ve Sharpe (2006), *M. cerebralis* konakçı parazitinin bulunduğu enzootik habitatlarda *T. tubifex* ve diğer sucul oligoketlerin bolluğu ve dağılımı üzerine çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalarda da hastalık risklerinden bahsedilmiştir. *T. tubifex* için konakçı parazit olan *M. Cerebralis*' in dışında da *Myxobolus bramae*, *Myxobolus portucalensis* gibi başka konakçı parazitlerin varlığı da rapor edilmiştir (El-Mansy, 1998; Eszterbauer ve ark. 2000). Bu tür riskler çoğu zaman *T. tubifex*' in yoğun kültürlerde balık beslenmesinde kullanılmasının önüne geçmektedir. Bu tür riskleri ortadan kaldırmanın tek yolu kontrollü şartlarda yetiştiricilik yoluyla üretilmiş *T. tubifex* kullanmaktır.

Mevcut çalışmada, aşırı organik yüklü, sanayi ve evsel atıklarının yoğun olduğu bir ortamdan toplanarak laboratuvara taşınan *T. tubifex*' in yetiştiricilik şartlarında mikrobiyolojik yük seviyelerinin izlenmesi amacıyla bir dizi ölçüm yapılmıştır. Daha önce *T. tubifex*' in yetiştiriciliğinde kullanılabilecek bilgiler sunan bazı bilimsel çalışmalar bulunmaktadır. Peters (1977), *T. tubifex*' in vücudunda ultrafiltrasyon için mümkün olan bölgelerin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Famme ve Knudsen (1984), tüm sıcaklık limitlerinde *T. tubifex*' in oksijensizliğe karşı olan ilişkisini araştırmıştır. Steen Redeker ve ark. (2004), sediment ve su ortamından çinko ve kadmiyum gibi ağır metallerin *T. tubifex*' in vücudunda birikimi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Ancak *T. tubifex*' in mikrobiyolojik kompozisyonunu gösteren çalışma yok denecek seviyededir. Bu yüzden bu çalışmada ortaya konan bulguların sonraki çalışmalar için önemli bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma 213O033 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında desteklenmiştir.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

**FÇ**, mikrobiyal yük analizlerini yapmış ve yorumlamıştır. Diğer kısımlar **PÇ** tarafından tasarlanmış, uygulanmış ve yazılmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

**Kaynaklar**

- Beauchamp, K. A., Gay, M., Kelley, G. O., El-Matbouli, M., Kathman, R. D., Nehring, R. B. & Hedrick, R. P. (2002). Prevalence and susceptibility of infection to *Myxobolus cerebralis* and genetic differences among populations of *Tubifex tubifex*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 51: 113-121.
- Beauchamp, K. A., El-Matbouli, M., Gay, M., Georgiadis, M. P., Nehring, R. B. & Hedrick, R. P. (2006). The effect of cohabitation of *Tubifex tubifex* (Oligochaeta: Tubificidae) populations on infections to *Myxobolus cerebralis* (Myxozoa: Myxobolidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 91(1): 1-8.
- Brinkhurst, R. O. & Jamieson, B. G. M. (1971). *Aquatic Oligochaeta of the world*. Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Chekanovskaya, O. V. (1981). *Aquatic Oligochaeta of the USSR*. Amerind Publishing Company. New Delhi.
- Çelik, P. (2018). Sediment yapısının *Tubifex tubifex*'in biyokimyasal kompozisyonu üzerine etkisi. *International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences*, 26-27 April 2018, Ankara. Proceeding Book 129-134 pp.
- Elilol, M. İ., Üstündağ, S. & Çevlik, H. (2006). Eğrekkaya Baraj Gölü limnolojisi, *I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, Antalya, pp:447-452.
- El-Mansy, A. (1998). Development of *Myxobolus portucalensis* Saraiva and Molnár, 1990 (Myxosporea: Myxobolidae) in the oligochaete *Tubifex tubifex* (Müller). *Systematic Parasitology*, 41(2): 95-103.
- El-Matbouli, M. & Hoffman, R. W. (1989). Experimental transmission of two *Myxobolus* spp. developing bisporogony via Tubificid Oligochaetes. *Parasitology Research*, 75: 461-464.
- El-Matbouli, M. & Hoffman, R. W. (1995). Light and electron microscopic observations on the route of the triactinomyxonsporoplasm of *Myxobolus cerebralis* from epidermis into Rainbow trout cartilage. *Journal of Fish Biology*, 46: 919-935.
- Eszterbauer, E., Székely, C., Molnár, K. & Baska, F. (2000). Development of *Myxobolus bramae* (Myxosporea: Myxobolidae) in an oligochaete alternate host, *Tubifex tubifex*. *Journal of Fish Diseases*, 23(1): 19-25.
- Famme, P. & Knudsen, J. (1984). Total heat balance study of anaerobiosis in *Tubifex tubifex* (Müller). *Journal of Comparative Physiology B*, 154(6): 587-591.
- Kaesler, A. J. & Sharpe, W. E. (2006). Patterns of distribution and abundance of *Tubifex tubifex* and other aquatic oligochaetes in *Myxobolus cerebralis* enzootic areas in Pennsylvania. *Journal of Aquatic Animal Health*, 18(1): 64-78.
- Lang, C. & Lang-Dobler, B. (1980). Structure of tubificid and lumbriculid communities, and three indices of trophy based upon these communities, as descriptors of eutrophication level of Lake Geneva (Switzerland). In R. O. Brinkhurst & D. G. Cook (eds), *Aquatic Oligochaete Biology*. Plenum Publishing Corporation, New York: 457-470.
- Lazim, M. N. & Learner, M. A. (1986). The life-cycle and productivity of *Tubifex tubifex* (Oligochaeta: Tubificidae) in the Moat-Feeder Stream, Cardiff, South Wales. *Ecography*, 9(3): 185-192.
- Markiw, M. E. & Wolf, K. (1983). *Myxosoma cerebralis* (Myxozoa: Myxosporea) etiologic agent of salmonid whirling disease requires Tubificid Oligochaetes (Annelida: Oligochaetes) in its life cycle. *The Journal of Protozoology*, 30: 561-564.
- Milbrink, G. (1978). Indicator communities of oligochaetes in Scandinavian lakes. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie, Verhandlungen*, 20(4): 2406-2411.
- Milbrink, G. (1980). Oligochaete communities in pollution biology. The European situation with special reference to lakes in Scandinavia. In R. O. Brinkhurst & D. G. Cook (eds), *Aquatic Oligochaete Biology*. Plenum Publishing Corporation, New York: 433-455.
- Milbrink, G. (1987). Biological characterization of sediments by standardized tubificid bioassays. *Hydrobiologia*, 155: 267-275.
- Peters, W. (1977). Possible sites of ultrafiltration in *Tubifex tubifex* Müller (Annelida, Oligochaeta). *Cell and Tissue Research*, 179(3): 367-375.
- Sarkka, J. (1987). The occurrence of oligochaetes in lake chains receiving pulp mill waste and their relation to eutrophication on the trophic scale. *Hydrobiologia*, 155: 259-265.
- Steen Redeker, E., Bervoets, L. & Blust, R. (2004). Dynamic model for the accumulation of cadmium and zinc from water and sediment by the aquatic oligochaete, *Tubifex tubifex*. *Environmental Science and Technology*, 38(23): 6193-6200.
- Şahin, S. K. & Yıldız, S. (2011). Species distribution of oligochaetes related to environmental parameters in Lake Sapanca (Marmara Region, Turkey), *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(3): 359-366.
- Tanyolaç, J. (1993). Limnoloji, Hatiboğlu Yayınları, Ankara, pp: 294.
- Wolf, K., Markiw, M. E. & Hiltunen, J. K. (1986). Salmonid whirling disease: *Tubifex tubifex* (Müller) identified as the essential oligochaete in the protozoan life cycle. *Journal of Fish Diseases*, 9(1): 83-85.
- Yanar, M., Yanar, Y. & Genç, M. A. (2003). *Tubifex tubifex* Müller, 1774 (Annelidae)'in Besin Kompozisyonu, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20(1-2): 103-110.



## Comparison of catch efficiency and catch composition of experimental fishing pots designs in Black Sea

<sup>id</sup> Yakup Erdem\*<sup>1</sup>, <sup>id</sup> Utku Samet Öksüz<sup>1</sup>, <sup>id</sup> Osman Samsun<sup>1</sup>

\*Corresponding author: yakuperdem@gmail.com

Received: .12.09.2020

Accepted: 19.10.2020

### Affiliations

<sup>1</sup>Sinop University, Faculty of Fisheries, Department of Fishing and Processing Technology, 57000, Akliman, Sinop-TURKEY

### ABSTRACT

In this study, the effects of pot shape and position of entrance on fishing efficiency and species compositions is discussed by square and cylindrical shaped pots from two different entrance position were tried. 1412 individuals of two crabs and 13 fish species were caught in parallel trials, by performed two pot sets. 293 individuals were caught by members of the Labridae family. During the research while the largest number of catch with 293 individuals consist from members of the Labridae family, this was followed by the *Eriphia verrucosa* with 148 individuals and Blenniidae family members with 160 individuals respectively. The proportion of species consumed as food by the local consumer is around 70% of total catch. According to results of research it can be said that; These fishing pots can be used to trapping in Black Sea coasts for crab and some fish like warty crab (*E. verrucosa*), pickerel (*Spicara maena*), gobies (*Gobius* spp.), annular seabream (*Diplodus annularis*) and brown meagre (*Sciaena umbra*).

### Keywords

Fishing pots  
Fish traps  
Fishing efficiency  
Species composition  
Selectivity

## Karadeniz'de deneysel sepet tasarımlarının av verimi ve av kompozisyonunun karşılaştırılması

### ÖZET

Su ürünleri avcılığında kullanılan sepetlerin şekli ve ağız konumunun av verimi ve tür kompozisyonu üzerindeki etkisini ele alan bu çalışmada, kare ve silindirik şekilli sepetlerde üstten ve yandan olmak üzere iki ayrı yöne açılan giriş denenmiştir. Dört sepetlik iki set ile ayrı ayrı yapılan paralel denemeler sonucunda 2 yengeç ve 13 balık türünden oluşan toplam 1412 birey yakalanmıştır. Araştırma süresince en çok 293 birey Labridae ailesi üyeleri avlanırken bunu sırasıyla 160 birey ile Blenniidae ailesi üyeleri ve 148 birey ile *Eriphia verrucosa* izlemiştir. Avlanan su ürünleri içerisinde yöre halkı tarafından besin olarak tüketilen türlerin oranı yaklaşık %70 civarındadır. Elde edilen sonuçlara göre uygun şekilde tasarlanmış sepetlerin Karadeniz'de pavurya (*E. verrucosa*), izmarit balığı (*Spicara maena*), kayabalığı (*Gobius* spp.), ispari (*Diplodus annularis*) ve eşkine (*Sciaena umbra*) avcılığında kullanılabileceği söylenebilir.

### Anahtar Kelimeler

Balık sepetleri  
Balık tuzağı  
Av verimi  
Tür kompozisyonu  
Seçicilik

### Cite this article as

Erdem, Y., Öksüz, U. S. & Samsun, O. (2020). Comparison of catch efficiency and catch composition of experimental fishing pots designs in Black Sea. *Marine and Life Sciences*, 2(2): 78-84. (In Turkish)

## Giriş

Küresel balık üretimi 2018 yılında yaklaşık 179 milyon tona yükselmiş olup bunun %87'si doğrudan insan tüketimi için kullanılmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğindeki artışa rağmen balık avcılığı halen önemini korumaya devam etmektedir (FAO, 2020).

Aşırı avcılık ve çevresel sorunlar nedeniyle dünyada pek çok balık stoku geri döndürülmesi imkânsız şekilde bozulmuştur. Bazı bölgelerde stoklardaki çöküş öyle boyutlara ulaşmıştır ki, milyonlarca insan işini veya en temel besin kaynaklarını kaybetmiştir (Pauly ve ark., 2013). Su ürünleri kaynaklarının ve balıkçılığın sürdürülebilir olması için daha fazla geç kalmadan detaylı önlemlerin alınması gerekir (FAO, 2020). Kirlilik ve diğer çevresel sorunların önlenmesi dışında avcılığın düzenlenmesi, ekosistem temelli av araçlarının kullanımının özendirilmesi başta gelen önlemler arasında yer almaktadır.

Balıkçılık muhtemelen bir besin ve gelir elde etme yöntemi olarak kullanılan ilk mesleklerden birisidir ve el ile kabuklu ve eklembacaklıların toplanması, zıpkınla balık avlama dışında tuzaklarla avcılık balıkçılığın en eski yöntemlerinden birisidir (Slack-Smith, 2001). Tuzaklar balıkların girmesine izin verdikten sonra dışarı kaçmalarının zor olduğu basit ve pasif av araçlarıdır. Balığın tuzakta kalması çoğu kez ya tuzak veya sepetteki balığın girdiği bölümün balık girdikten sonra kapatılması ya da balığın kaçmasını zorlaştıran bir huninin var olması ile sağlanır. Daha küçük tuzaklar çoğunlukla giriş kapısı ya da kapıları hariç tamamen kapalıyken, su seviyesinin üzerine uzanan büyük tuzaklar ise üstten açıktır.

Sepetler seçiciliği kontrol altında tutulabilen av araçlarıdır. Bu nedenle sepet ve tuzaklar ekosistem temelli balık avcılığının en önemli bileşenleri arasındadır (Erdem ve Özdemir, 2018). Sepetin tasarımında yapılacak düzenlemeler avlanacak canlıların tür ve boyutunu sınırlamamıza olanak sağlar. Avlanan ürünler sepetin içerisinde canlı olarak kalır ve herhangi bir zarar görmez (Özdemir ve ark., 2005). Böylece sepet sudan çıkartıldıktan sonra yakalanmış olan istenmeyen veya koruma altındaki türler ile küçük boydaki bireyler canlı olarak suya iade edilebilir (Erdem ve ark., 2014).

Pasif av araçlarından biri olan sepetler yemli ve yemsiz olarak kullanılabilir. Yemli olarak kullanılacak pasif av araçları için seçilecek yem kokusu, rengi, şekli ve boyutu gibi özellikleri balıkları av aracına çekmede, av aracı ile temasa girmelerinde ve avcılığın başarısı açısından oldukça

önemlidir. (Özdemir ve ark., 2005; Özdemir ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2007).

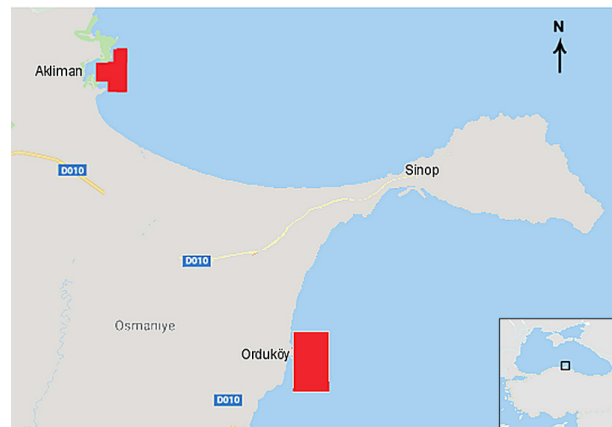
Tuzak ve sepetle avcılıkta diğer önemli konulardan biri de av aracının suda kalma süresidir. Suda kalma süresi arttıkça hedef türlerdeki avcılığın artması yanında hedef dışı türlerin de av aracına daha fazla yakalandığı ortaya konulmuştur. Belirli süre sonunda hedef türler ile hedef dışı türlerin miktarının ters orantı ile değiştiği gözlenmiştir (Özdemir ve ark., 2005). Bu nedenle pasif av araçlarının suda kalma süresi by-catch ve ıskarta oranı üzerinde etkilidir.

Ülkemizde sepetlerle avcılık iç sularda yaygın olup denizde kullanımları son yıllarda azalmıştır. Ekolojik duyarlılığın arttığı günümüzde tuzak ve sepetlerle avcılığın yeniden ele alınması ve geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Balıkların davranış ve yaşam biçimleri dikkate alınarak av aracının şekli, boyutları ve diğer özellikleri geliştirilmeli ve tuzakla avcılık daha verimli, daha karlı ve tür ve boy seçiciliği bakımından daha hassas hale getirilmelidir (Özdemir ve Erdem, 2006).

Bu çalışmada kare ve silindirik şekilli olarak tasarlanan iki farklı gövde biçimine sahip tuzaklarda üstten ve yandan olmak üzere iki farklı yöne bakan tuzak girişinin av verimi ve av kompozisyonu üzerindeki etkisi karşılaştırılmış olup genel anlamda gelecekte tasarlanacak daha gelişmiş balık sepetleri için veri elde edilmesi amaçlanmıştır.

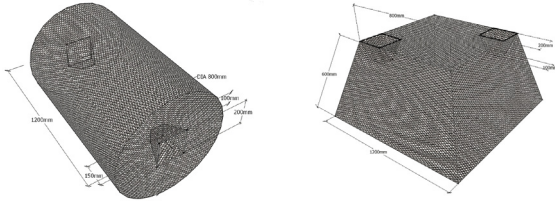
## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma balık avlama sepetinin şekli ve giriş yönünün av verimi ve tür kompozisyonu üzerindeki etkisini ele alınmıştır. Araştırma 15 Mart 2019-13 Mayıs 2019 tarihleri arasında Sinop Akliman ve İçliman bölgelerinde (Şekil 1) 3-10 m derinlikteki dibi kumlu ve yer yer dökme kayalık alanlarda yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma sahası

Kare (K) ve silindirik (S) olmak üzere iki farklı sepet şekli ile üstten (U) ve yandan (Y) olmak üzere iki ayrı yöne açılan sepet girişi denenmiş olup toplam av miktarı ve türlere göre av miktarındaki değişim izlenerek kaydedilmiştir. Böylece avlanması hedeflenen boy ve türlere yönelik olarak uygun sepet şekli ve giriş yönü konusunda bir fikir oluşturmak amaçlanmıştır. 120 cm uzunluğunda olan sepetlerde girişler 200x200 mm, derinliği 150 mm ve iç bölüm 100x100 mm olarak tasarlanmıştır (Şekil 2).



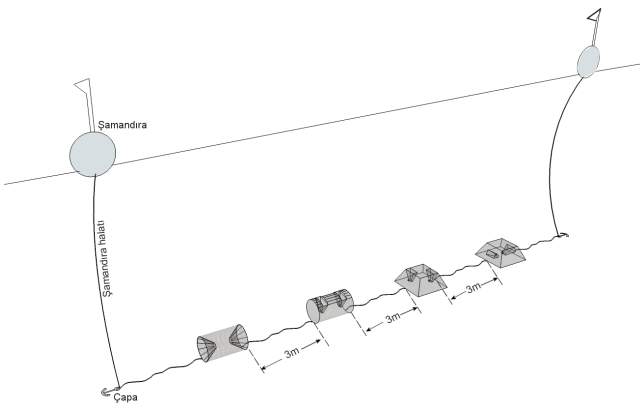
Şekil 2. Sepet girişi ölçüleri

Araştırmanın materyalini kare ve silindirik şekilli sepetler oluşturmaktadır. Sepetlerin çerçevesi 8 mm çapındaki inşaat demirinden, dış kaplamaları 12 mm göz açıklığındaki plastik (PVC) ağdan yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırmada kullanılan tuzaklar

Her iki sepet şekli için yandan ve üstten olmak üzere ikişer huni şekilli sepet girişi açılmıştır. Tuzaklar balık satış yerlerinden temin edilen balık artıkları ile yemlenmiştir. Veri güvenilirliğini artırmak amacıyla iki farklı şekle ve iki farklı girişe sahip 4 sepetten oluşan iki set (A ve B) oluşturulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Tuzak setinin denizdeki durumu

Paralel deneme olarak iki set aynı günde, birbirini etkilemeyecek mesafede farklı alanlarda denenmiştir. Sepetler 6-8 saat süreyle denizde tutulduktan sonra toplanmış ve avlanan canlılar plastik leğene alınmış, türlerine göre tasnif edilerek kaydedilmiştir. Tür tanımı için Akşiray (1987)'den yararlanılmış olup kolay tanımlanan bireyler tür düzeyinde, ekonomik değeri olmayan ve benzer türler aile düzeyinde tanımlanmıştır. Avlanan bireylerin büyük bir kısmı zarar görmeden denize iade edilmiştir.

Araştırma süresince toplam 6 av denemisi yapılmıştır. Değerlendirmeler ve karşılaştırmalar avlanan birey sayısı üzerinden yapılmıştır. İki grubun karşılaştırmasında T Test, ikiden fazla grubun karşılaştırmasında ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

## Bulgular

İki farklı şekil ve iki farklı ağız açıklığına sahip sepetten oluşan dörder sepetlik iki set ile altışar deneme yapılmış ve araştırma süresince toplam 1412 birey yakalanmıştır. Avlanan türler içerisinde 2 yengeç ve 13 balık türü mevcuttur. Yengeçlerin oranı %14,1 iken balıkların toplam av içindeki oranı %85,9 olarak hesaplanmıştır. Avlanan türler içerisinde 293 birey ile en çok avlanan lapinalar (Labridae) ailesi üyesi türler olup bunu sırasıyla 160 birey ile horozbinalar (Blenniidae) ailesi üyeleri ve 148 birey ile pavurya (*Eriphia verrucosa*) izlemektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Denemelerde avlanan bireylerin tür kompozisyonu

		Adet	%
Lapinalar	<i>Labridae</i>	293	20,8
Horozbinalar	<i>Blenniidae</i>	160	11,3
Pavurya	<i>Eriphia verrucosa</i>	148	10,5
İzmarit	<i>Spicara maena</i>	140	9,9
Kayabalıklar	<i>Gobiidae</i>	123	8,7
İspari	<i>Diplodus annularis</i>	99	7,0
Eşkine	<i>Sciaena umbra</i>	93	6,6
İskorpit	<i>Scorpaena porcus</i>	82	5,8
Kefaller	<i>Mugilidae</i>	56	4,0
Barbunya	<i>Mullus barbatus ponticus</i>	53	3,8
Kum pavuryası	<i>Carcinus means</i>	51	3,6
İstavrit	<i>Trachurus mediterraneus</i>	48	3,4
Gelincik	<i>Gaidropsarus mediterraneus</i>	34	2,4
Dilbalığı	<i>Solea lascaris</i>	21	1,5
Yazılıhane	<i>Serranus scriba</i>	11	0,8
<b>Toplam</b>		<b>1412</b>	<b>100</b>

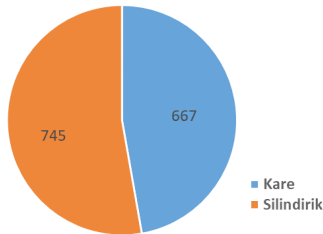
Araştırma süresince avlanan bireylerden kum pavuryası, horozbina türleri, küçük lapina ve kayabalıkları hariç tamamı pazar değeri olan türlerden oluşmaktadır. Pazar değeri olup balıkçı tezgâhlarında yer bulan ve yöre halkı tarafından tüketilen türlerin oranı yaklaşık %70 civarındadır. Tür dağılımına bakıldığında sepetlerin pavurya, izmarit balığı, kayabalığı, ispari ve eşkine avlamada kullanımı için uygun bir av aracı olduğu söylenebilir.

Denemeler süresince yakalanan bireylerin 420 adedi kare şekilli ve ağız açıklığı yanda olan sepet ile 247 adedi kare şekilli ağız açıklığı üstte olan sepetlerle, 413 adedi silindir şekilli ağız açıklığı yanda olan sepetler ile ve 332 adedi ise silindirik şekilli, ağız açıklığı üstte olan sepetlerle avlanmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Farklı tipteki sepetlerle avlanan bireylerin türlere göre dağılımı

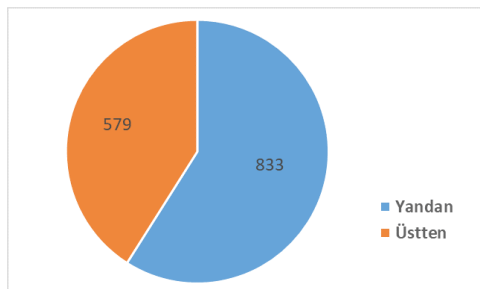
Sepet Şekli	Kare		Silindirik		Toplam
	Yandan	Üstten	Yandan	Üstten	
Lapinalar	76	55	67	95	293
Horozbinalar	44	27	50	39	160
Pavurya	49	24	52	23	148
izmarit	29	40	23	48	140
Kayabalıkları	49	13	46	15	123
İspari	26	23	24	26	99
Eşkine	28	21	24	20	93
İskorpit	31	10	30	11	82
Kefaller	7	16	7	26	56
Barbunya	23	2	22	6	53
Kum pavuryası	25	3	20	3	51
İstavrit	11	9	15	13	48
Gelincik	12	2	13	7	34
Dilbalığı	6	0	15	0	21
Yazılıhane	4	2	5	0	11
<b>Toplam</b>	<b>420</b>	<b>247</b>	<b>413</b>	<b>332</b>	<b>1412</b>

Araştırma boyunca yapılan av denemeleri sonucunda kare şekilli sepetlerle toplam 667 birey (%47,2) avlanırken silindir şekilli sepetlerle yakalanan birey sayısı 745 adet (%52,8) olmuştur (Şekil 5).



**Şekil 5.** Sepet şekline göre avlanan birey sayıları

Sepet şekli dikkate alınmaksızın girişi yandan olan sepetlerle avlanan birey sayısı 833 (%59), girişi üstten olan sepetlerle yakalananlar ise 579 adet (% 41) olmuştur (Şekil 6).



**Şekil 6.** Sepet ağız yönüne göre avlanan birey sayıları

Araştırmada kullanılan iki sepet seti (A ve B) ile 6 farklı tarihte yürütülen avcılık denemelerinde operasyon başına elde edilen av miktarları Tablo 3'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.** Araştırma süresince iki farklı set ile yürütülen 12 denemede elde edilen birey sayıları

Sepet Şekli	Kare		Silindirik	
	Yanda	Üstte	Yanda	Üstte
1-A	38	23	36	31
1-B	25	15	29	28
2-A	39	15	36	30
2-B	24	17	25	22
3-A	41	19	35	26
3-B	35	22	37	25
4-A	43	31	38	29
4-B	47	29	40	27
5-A	36	18	39	34
5-B	34	21	46	28
6-A	28	15	27	25
6-B	30	22	25	27
<b>Toplam</b>	<b>420</b>	<b>247</b>	<b>413</b>	<b>332</b>

En yüksek av miktarı kare şekilli ve ağız açıklığı yanda olan (K-Y) sepette (424 birey) elde edilirken bunu 410 birey ile silindir şekilli girişi yanda olan (S-Y) sepet izlemiştir. Kare şekilli üstten girişe sahip sepet (K-U) ile 248 ve silindir şekilli girişi üstte olan sepetlerde (S-U) ise 336 birey yakalanmıştır

Denemeler süresince birim çabada av miktarı (BÇAM)  $29,542 \pm 1,195$  birey/sepet olarak hesaplanmıştır. Kare şekilli ve ağız yana açılan sepetlerde BÇAM  $35,333 \pm 2,179$  birey/sepet, kare şekilli, ağız yukarı açılan sepetlerde ise  $20,667 \pm 1,573$  birey/sepet olarak hesaplanmıştır. Silindir şekilli, ağız yana açılan sepetlerde BÇAM  $34,250 \pm 1,938$  ve silindir şekilli ağız yukarı açılan sepetlerde ise  $27,917 \pm 0,933$  birey/sepet olarak hesaplanmıştır (Tablo 4).

**Tablo 4.** Farklı sepet tipleriyle elde edilen BÇAM değerleri

Sepet Şekli	Kare		Silindirik		Toplam
	Yanda	Üstte	Yanda	Üstte	
BÇAM	35,333	20,667	34,250	27,917	29,542

Yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda iki farklı sepet şekli ve iki farklı ağız yönünden oluşan grup ortalamaları arasında gözlenen fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuş ( $P < 0,05$ ) fakat parametreler (sepet şekli ve ağız yönü) arasında interaksiyon (etkileşim) tespit edilmemiştir ( $P > 0,05$ ) (Tablo 5).

BÇAM ortalamaları için yapılan DUNCAN kontrolü sonucunda ağız yana doğru açılan sepetler ağız açıklığı üstte bulunan sepetlere göre daha verimli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Buna göre; sepet ağız yönünün av verimi üzerinde sepet şeklinden daha önemli olduğu söylenebilir (Tablo 6).

**Tablo 5.** BÇAM için varyans analizi sonuçları

ANOVA						
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Örnek	713,9167	5	142,7833	7,322222	0,0002725	2,620654
Sütunlar	1632,917	3	544,3056	27,91311	5,362E-08	3,008787
Etkileşim	385,0833	15	25,67222	1,316524	0,2661625	2,107673
İçinde	468	24	19,5			
Toplam	3199,917	47				

**Tablo 6.** SPSS ile yapılan DUNCAN kontrolü sonuçları

Sepet Şekli/Ağız Yönü	Subset for alpha = 0.05			
	N	1	2	3
KARE / ÜSTTE	12	20,67		
SİLİNDİR / ÜSTTE	12		27,92	
SİLİNDİR / YANDA	12			34,25
KARE / YANDA	12			35,33
Sig.		1,00	1,00	,63

Araştırma boyunca toplam 148 adet pavurya avlanmış olup bunun 73 adedi kare şekilli, 75 adedi ise silindir şekilli sepetlerde yakalanmıştır.

Sepet şekli ve sepet girişi yönünün çeşitli türlerin av verimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla denemeler boyunca avlanan bazı türlerin sayıları ayrı ayrı karşılaştırılmıştır (Tablo 7).

**Tablo 7.** Yeterli sayıda avlanan türlerin Birim Çabada Av Miktarları (adet/(operasyon x sepet))

Sepet Şekli Giriş Yönü	Kare		Silindirik		Toplam
	Yandan	Üstten	Yandan	Üstten	
Pavurya ( <i>Eriphia verrucosa</i> )	4,083	2,000	4,333	1,917	3,083
İzmarit ( <i>Spicara maena</i> )	2,417	3,333	1,917	4,000	2,917
İsparoz ( <i>Diplodus annularis</i> )	2,167	1,917	2,000	1,667	2,063
Eşkine ( <i>Sciaena umbra</i> )	2,333	1,750	2,000	1,666	1,938
İskorpit Balığı ( <i>Scorpaena porcus</i> )	2,583	0,833	2,500	0,917	1,708

Sepet şekli dikkate alınmaksızın girişi yana açılan sepetlerle yakalanan birey sayısı 101 adet olarak hesaplanırken, girişi üstte olan sepetlerle yakalanan birey sayısı 47 adet olarak bulunmuştur. Av operasyonu başına ortalama BÇAM  $3,083 \pm 0,253$  birey/sepet olarak hesaplanmıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda sepet şeklinin pavurya av verimi üzerindeki etkisi önemsiz (balığı için ortalama BÇAM  $1,708 \pm 0,160$  birey/sepet olarak hesaplanırken K-Y, K-U, S-Y ve S-U kodlu sepetlerde sırasıyla  $2,583 \pm 0,229$ ;  $0,833 \pm 0,167$ ;  $2,500 \pm 0,261$  ve  $0,917 \pm 0,193$  birey/sepet olarak hesaplanmıştır.

Avlanan türler içerisinde yukarıda ele alınanlar dışındakiler ya ıskartaya ayrılan ya da hedef av olmasına rağmen av miktarının düşük olması nedeniyle istatistiksel değerlendirme dışı tutulmuştur.

### Tartışma

Sepet ve tuzaklar hem dış kaplamasının göz açıklığı ayarlanarak hem de sepet girişi ya da

ağız bölümünün düzenlenmesi yoluyla tür ve boy seçiciliğinin ayarlanabildiği av araçlarıdır (Erdem ve Özdemir, 2018). Dünyanın çeşitli yerlerinde, birbirinden farklı pek çok türün avcılığında çeşitli boyut ve şekilde değişik sepet ve tuzaklar kullanılmaktadır (Scharfe, 1978). Ülkemizde ise özellikle iç sularda balık ve kerevit avcılığında pinter tipi tuzaklar yaygın olarak kullanılırlar. Denizlerimizde çit dalyanlardan, ağ dalyanlara, ıstakoz sepetinden balık sepetine, ahtapot çömleğinden çalı tuzaklarına kadar çeşitli tuzak ve sepet türleri kullanılmaktadır (Mengi, 1977). Özellikle Akdeniz, Ege ve Marmara denizlerinin kıyılarında görülürler (Çapar, 2010; Kara ve Sağlam, 2017). Özdemir ve ark., (2017) sepetlerin seçicilik gücü dışında en önemli avantajlarının uzatma ağlarının tam tersine yunuslardan az ya

da hiç etkilenmemesi olduğunu bildirmektedir. Su ürünleri avcılığında kullanılan sepetlerin şekli ve ağız konumunun av verimi ve tür kompozisyonu üzerindeki etkisini ele alan bu çalışmada, kare ve silindirik şekilli sepetlerde üstten ve yandan olmak üzere iki ayrı yöne açılan sepet girişi denenmiştir. Elde edilen toplam av miktarı ve türlere göre av miktarları karşılaştırılarak avlanması hedeflenen türlere yönelik olarak uygun sepet şekli ve giriş yönü konusunda bir fikir oluşturmak amaçlanmıştır. Erdem ve ark., (2014) sepetlerin genel şekli ve girişlerinin düzenlenmesi yoluyla hem tür hem de boy seçiciliğinin istenilen şekilde sağlanabileceğini bildirmektedir.

İki farklı şekil ve iki farklı ağız konumuna sahip sepetten oluşan dörder sepetlik iki set ile yapılan altışar deneme sonunda 2 yengeç ve 13 balık türünden oluşan toplam 1412 birey yakalanmıştır. Araştırma süresince en çok 293 birey Labridae ailesi üyeleri avlanırken bunu sırasıyla 160 birey ile Blenniidae ailesi üyeleri ve 148 birey ile *Eriphia verrucosa* izlemiştir. Elde edilen av içerisinde yöre halkı tarafından tüketilen türlerin oranı yaklaşık

%70 civarındadır. Elde edilen sonuçlara göre uygun şekilde tasarlanmış sepetlerin Karadeniz'de pavurya (*Eriphia verrucosa*), izmarit balığı (*Spicara maena*), kayabalığı (*Gobius spp.*), ispari (*Diplodus annularis*) ve eşkine (*Sciaena umbra*) avcılığında kullanılabileceği söylenebilir.

Ayaz ve ark. (2006) İzmir Körfezi'nde denizde uzun süre kalan balık sepetlerinin hayalet avcılık etkisini inceledikleri çalışmada sepete daha çok *Diplodus* ve *Serranus* cinsine ait türlerin girdiğini ve iddia edilenin aksine sepete giren balıkların belirli bir süre sonra dışarı çıkabildiğini ve hayalet avcılık etkisinin düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Araştırma boyunca toplam 148 adet pavurya avlanmıştır. Bunların 49 adedi K-Y, 24 adedi K-U kodlu sepetlerle avlanırken S-Y kodlu sepet ile 52 ve S-U kodlu sepetle avlanan birey sayısı ise 23 adet olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda sepet şeklinin pavurya av verimi üzerinde etkisi önemsiz ( $P>0,05$ ) olduğu bulunurken yana açılan lehine olmak üzere ağız yönünün önemli ( $P<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle pavurya avlamak için kullanılacak sepetlerin girişlerinin yanda olması ile daha fazla av elde edilebileceği söylenebilir. Özekinci ve ark., (2018) Çanakkale Boğazı'nda *E. verrucosa* av veriminin belirlenmesi amacıyla yürüttükleri çalışmada sepetlerle sadece 2 birey yakalarken serbest dalışla 596 pavurya yakalamıştır. Oysa bu çalışmada özellikle *E. verrucosa* için av verimi oldukça yüksek bulunmuştur. İki çalışma arasındaki farklılığın en önemli nedeni pavuryanın Karadeniz'deki bolluğu ve araştırma döneminde türün yoğun olarak kıyılarda görülmesi olabilir.

## Kaynaklar

- Akşiray, F. (1987). Türkiye deniz balıkları ve tayin anahtarı, İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü. Yayın No:3490, II. Baskı. 811 s.
- Ayaz, A., Özekinci, U., Altınağaç, U. & Özen, Ö. (2006). Üstten girişli yuvarlak tel sepetlerin hayalet avcılık açısından incelenmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3): 351-354.
- Çapar, O. B. (2010). Kuzeydoğu Akdeniz'de Balıkçılık, Mersin Üniversitesi Yayınları, No: 25, 95s.
- Erdem, Y. & Özdemir, S. (2018). Importance of fishing pots and traps in ecosystem based fisheries. *International of Ecology 2018 Symposium*. Kastamonu Turkey Abstract Book, p: 767
- Erdem, Y., Samur, M. & Özdemir, S. (2014). İçsulara istilacı balık türleriyle mücadelede seçici avlama yöntemlerinin etkinliği. *Istanbul University, Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 29(2): 49-63.
- FAO, (2020). *The state of world fisheries and aquaculture 2020*. Sustainability in action. Rome. 224p.
- Kara, A. & Sağlam, C. (2017). İzmir balıkçılığı: Av araçları ve yöntemler. In: İzmir Balıkçılığı, Ed; H. T. Kinacıgil, Z. Tosunoğlu, Ş. Çaklı, E. Bey, H. Öztürk, İzmir Büyükşehir Belediyesi Yayınları, 304p
- Mengi, T. (1977). Balıkçılık Tekniği, Mat-Er Matbaası, İstanbul, 286 s.
- Murray, C. (2009). Evaluation of fish pots as a feasible fishing method in Irish waters, with specific reference to the physiological effects of common and alternate pots on the lesser spotted dogfish (*Scyliorhinus canicula*), Galway- Mayo Institute of Technology, M.Sc in Fisheries. 142 p.
- Özdemir, S., Ayaz, A., Gurbet, R. & Erdem, Y. (2006). Farklı büyüklükte kanca ve farklı tipteki yem ile sabah tani ve gündüz zamanlarında kullanılan dip paraketasının av verimi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2): 405-411.
- Özdemir, S., Erdem, Y. & Sümer, Ç. (2005). Yemli karides tuzaklarının Karadeniz'de uygulanabilirliği üzerine bir ön araştırma. *S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 1(1): 33-38.

Dünyada balık ve eklembacaklıların avcılığında kullanılan yeni sepet modelleri geliştirme çalışmaları halen devam etmektedir. Murray (2009) İzlanda sularında balık avcılığında kullanılabilecek sepetleri ele aldığı çalışmasında stoklar üzerindeki düşük av baskısı, av veriminin yüksekliği ve seçiciliğinin yüksek olması nedeniyle sepetlerin sorumlu ve sürdürülebilir balıkçılık açısından daha fazla değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Rajan ve Meenakumari (1988) geleneksel böcek sepetlerine karşı geliştirdikleri yeni sepet tipinin daha verimli olduğunu belirlemişlerdir.

## Sonuç

Sonuç olarak araştırma bulguları da göstermiştir ki, sepetler geliştirmeye açık av araçlarıdır. Boyut, şekil, sepet girişi, sepet kaplamasının göz açıklığı, kaçış penceresi, sepetin kullanıldığı bölge yönünden türe özgü daha seçici ve daha verimli sepetlerin geliştirilmesi ve etkin balıkçılık yönetimi kuralları oluşturulabilmesi için araştırmaların sürdürülmesine ihtiyaç vardır.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

Tüm yazarların makaleye katkısı eşittir.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.



- Özdemir, S. & Erdem, Y. (2006). Pasif av araçları ile avcılıkta balık Davranışları. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22(1-2-3): 467-471.
- Özdemir, S., Erdem, Y. & Sümer, Ç. (2007). Dip paraketasında kullanılan iki farklı yemin balık davranışları ve av verimi yönünden karşılaştırılması. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2): 177-182.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Özsandıkçı, U. & Büyükdeveci, F. (2017). A preliminary study on fishery by the traps in the Black Sea, *Ecology 2017*, 11-13 May, Kayseri Turkey. Abstract Book pp. 412.
- Pauly, D., Alder, J., Bennett, E., Christensen, W., Tyedmers, P. & Watson, R. (2013). The world ocean review, living with the oceans. II. The Future of Fish-The Fisheries of the Future, Pub. by. Maribus, 145p.
- Rajan, M. K. V. & Meenakumari, B. (1982). Development of lobster traps: preliminary experiments with three new designs of rectangular, Australian pot and ink-well traps. *Fishery Technology*, 19(2): 83-87.
- Scharfe, J. (1978). FAO catalogue of fishing gear designs. Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England, 160 p.
- Slack-Smith, R. J. (2001). *Fishing with trap and pots*. FAO Training Series 26. 62p.



## Technical plans of fishing gears used in the central Black Sea coastal fisheries (Sinop-Samsun)

Yakup Erdem<sup>1</sup>, Süleyman Özdemir<sup>1\*</sup>, Uğur Özsandıkçı<sup>1</sup>, Ferhat Büyükdeveci<sup>2</sup>

\*Corresponding author: [suleymanozdemir57@gmail.com](mailto:suleymanozdemir57@gmail.com)

Received: 18.09.2020

Accepted: 10.11.2020

### Affiliations

<sup>1</sup>Sinop University, Faculty of Fisheries, Department of Fishing and Processing Technology, 57000, Akliman-Sinop, TURKEY

<sup>2</sup>Republic of Turkey Ministry of Agriculture And Forestry, Adana Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, 01100 Sarıçam-Adana, TURKEY

### Keywords

Small scale fisheries  
Fishing gears  
Set nets  
Technical plan  
Black Sea

### ABSTRACT

The study was carried out on the shores of Sinop-Samsun provinces, which is one of the most important fishing areas of the Black Sea between 01 January-31 December 2015. It was determined that 12 types of fishing gears are used in small-scale commercial coastal fisheries in total, including 10 set nets, 1 hand line and 1 seine net. These fishing gears were examined in the ports, boatyards and fishing boats located on the shores of the Black Sea and their technical plans were drawn and their characteristics were given in detail. The structural features and plans of fishing gear used in commercial fishing vary over time due to various reasons. Determining the current technical characteristics of fishing gear and providing their plans are important in terms of both assessment of fish stocks and monitoring the development of fishing gears and improvement studies.

## Orta Karadeniz (Sinop-Samsun) kıyı balıkçılığında kullanılan av araçlarının teknik planları

### ÖZET

Karadeniz'in önemli balıkçılık merkezlerinden olan Sinop-Samsun ili kıyılarında 1 Ocak-31 Aralık 2015 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada Karadeniz'de küçük ölçekli ticari kıyı balıkçılığında 10 adedi uzatma ağı, 1 adedi palamut çarparisi ve 1 adedi kıyı sürütme ağı olmak üzere 12 çeşit av aracı kullanıldığı belirlenmiştir. Bu av araçları Karadeniz kıyılarında yer alan liman, çekek yerleri ve balıkçı teknelerinde tespit edilmiş ve teknik planları çizilerek özellikleri ayrıntılı olarak verilmiştir. Ticari balıkçılıkta kullanılan av araçlarının yapısal özellikleri ve planları çeşitli nedenlerle zamanla değişmektedir. Av araçlarının güncel teknik özelliklerinin tespit edilmesi ve planlarının ortaya konulması hem balık stoklarındaki durum tespiti hem de av araçlarının gelişiminin takip edilmesi ve iyileştirme çalışmaları açısından önem arz etmektedir.

### Anahtar Kelimeler

Küçük ölçekli balıkçılık  
Av araçları  
Uzatma ağları  
Teknik plan  
Karadeniz

### Giriş

2018 yılı rakamlarına göre ülkemizde avcılık yoluyla denizlerden elde edilen su ürünlerinin % 73.2'si (235.852,8 ton) Karadeniz'den elde edilmektedir (TÜİK, 2018). Avlanan balıkların türleri ve avcılığında kullanılan av araçları dikkate alındığında üretimin yaklaşık 50 bin tonu kıyı balıkçılığında sağlanmaktadır (BSGM, 2019).

Orta Karadeniz'de balık unu-yağı sanayinin merkezini Sinop ili oluşturmaktadır (Duyar ve Bayraklı, 2005; Yıldırım, 2006). Karadeniz bölgesinde demersal ve ortasu trol balıkçılığının en yoğun yapıldığı yer ise Samsun ili kıyılarıdır (Özdemir ve ark., 2006; Erdem ve ark., 2008; Özdemir ve ark., 2014; Erdem ve ark., 2019). Bu nedenle Sinop ve Samsun illerindeki endüstriyel

### Cite this article as

Erdem, Y., Özdemir, S., Özsandıkçı, U. and Büyükdeveci F. (2020). Technical plans of fishing gears used in the central Black Sea coastal fisheries (Sinop-Samsun) *Marine and Life Sciences*, 2(2): 85-96. (In Turkish)

balıkçılık faaliyetleri ülkemiz su ürünleri üretiminde ve ihracatında önemli bir yere sahiptir (Kalaycı ve ark., 2006; Özdemir ve ark., 2010; Bayraklı ve ark., 2019). Bununla birlikte tüm denizlerimizde önemli yeri olan küçük ölçekli balıkçılığın da sektöre, ekonomiye ve sosyal hayata yaptığı katkılar da mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır (Ünal, 2003; Göncüoğlu ve ark., 2011).

Karadeniz için kıyı balıkçılığının hedef türleri arasında lüfer, palamut, kalkan, mezgit, barbunya türleri ağırlıkta olup ekonomik değer olarak endüstriyel balıkçılık ile boy ölçüşebilecek değere sahiptir. Diğer denizlerimizde kıyı balıkçılığı yoluyla elde edilen üretimin payı üretiminin çoğu balık unu yağı sanayinde değerlendirilen hamsi ve çaça balığından oluşan Karadeniz'e göre daha yüksektir (TUİK, 2018).

Karadeniz'de kıyı balıkçılığında en yaygın kullanılan av araçları uzatma ağları ve deniz salyangozu algarnasıdır (Arıdeniz, 2014; Erdem ve ark., 2018). Özellikle demersal türler olan mezgit ve barbunya avcılığında kullanılan sade ve fanyalı uzatma ağları tüm Karadeniz kıyılarında küçük ölçekli ticari balıkçılıkta kullanılan en önemli ağlardır (Özdemir ve Erdem, 2006). Bunların dışında kalkan balığının avcılığında sade kalkan uzatma ağları ve çaparı ile palamut avcılığı önemli bir yer tutar (Özdemir ve ark., 2017). Su Ürünleri Kanunu ve Ticari Avcılığı Düzenleyen Tebliğ'de belirtilen yasal mevzuata göre Karadeniz'de kullanımı yasak olmasına rağmen belirli bölgelerde kıyı sürütme ağları da kullanılmaktadır.

Türkiye kıyı balıkçılığında kullanılan av araçları üzerine özellikle Ege Denizi ve Marmara Denizi'nde yapılan çalışmaların sayısı oldukça fazladır (Ceyhan

ve ark., 2005; Özekinci ve ark., 2006; Akyol ve Ceyhan, 2007; Altınağaç ve ark., 2008; Ayaz ve ark., 2008; Tokaç ve ark., 2010; Akyol ve Ceyhan, 2010; Ayaz ve ark., 2012; Yıldız ve Karakulak, 2010). Buna karşın Karadeniz'de konu üzerine yapılan araştırma sayısının oldukça az olduğu dikkati çekmektedir (Ay ve Duman, 2015; Samsun ve Emirbuyuran, 2017; Özdemir ve Erdem, 2018).

Bu çalışma Karadeniz'de kıyı balıkçılığında kullanılan av araçlarının yapısal özelliklerini ve tasarım çeşitliliğini ele almaktadır. Veriler doğrudan sahada balıkçılardan ve su ürünleri kooperatiflerinden elde edilmiştir. Av araçlarının teknik planları Dünya Gıda ve Tarım Örgütüne (FAO) ait av araçlarının yer aldığı kataloglardaki standartlara göre çizilmiş, çizimler üzerinde orijinal kısaltma ve simgeler kullanılmıştır.

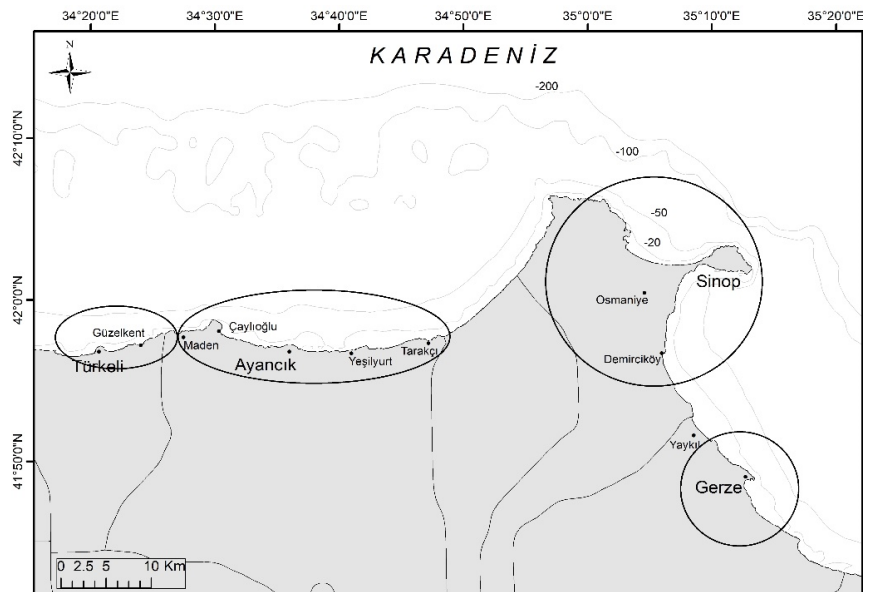
### Materyal ve Yöntem

Araştırma Karadeniz'de yer alan ve önemli bir balıkçılık merkezi olan Sinop-Samsun ili kıyılarındaki limanlarda, balıkçı barınaklarında ve çekek yerlerinde kıyı balıkçılığı yapan balıkçılar ziyaret edilerek yürütülmüştür (Şekil 1).

Araştırma verileri ve gerekli tüm bilgiler 1 Ocak-31 Aralık 2015 tarihleri arasında belirtilen bölgelerdeki balıkçı gemisi sahiplerinden, ağları donatan kişilerden ve kullanan balıkçılardan elde edilmiştir.

Av araçları yerinde tek tek detaylı bir şekilde incelenerek balıkçılardan ticari kıyı balıkçılığında kullandıkları uzatma ağları, palamut çaparı ve kıyı sürütme ağının teknik özellikleri ve donam planlarına ait veriler temin edilmiştir. Elde edilen tüm veriler ve bilgiler dikkate alınarak av araçlarının planları Autocad™ yazılımında ölçeklendirilip

**Şekil 1.** Araştırma verilerinin ve bilgilerin toplandığı balıkçılık bölgeleri



PaintShopPro 7.04 <sup>TM</sup> yazılımıyla png formatında düzenlenerek, FAO standartlarına (Anonim, 1991; Nedelec, 1975; Dremiere ve Nedelec, 1977) uygun olarak çizilmiştir.

## Bulgular

### Uzatma Ağları

Uzatma ağları genelde deniz dibine veya yüzeyine uzun bir hat şeklinde serilerek kullanılan ağlardır. Yapısına göre üç çeşit uzatma ağı vardır. Bunlar; tor ağı bölümü tek kat ağdan oluşan sade uzatma ağları, tor ağının içten ve dıştan geniş gözlü fanya ağlarıyla desteklendiği fanyalı ağlar ve her iki tipin karışımı olan karma ağlardır. Sade uzatma ağları solungaç ağı olarak da isimlendirilir. Sade solungaç ağlarının deniz dibine, orta suya ve deniz yüzeyine serilen çeşitleri vardır. En yaygın olanlar deniz dibine serilenler olup orta suya serilenler yaygın değildir. Av operasyonu; ağı balık sürülerinin etrafına çevirerek (Zargana ve voli ağı), düz bir hat halinde (mezgıt ağı) veya zikzaklar çizecek şekilde av sahasına sererek (Yatı ve patırma ağları) yapılabilir.

### Voli ağları

Bu ağlar difana, tufana, alamana ve albatya olarak anılan fanyalı veya karma ağlardır. Yapı olarak uzatma ağına benzese de kullanım açısından çevirme ağları grubunda yer alır. Küçük tip balıkçı tekneleri için çok uygun bir av yöntemidir. Voli ağlarıyla hem gece hem de gündüz avlanılabilir. Gece avcılığı yakamozdan faydalanabilmek için aysız gecelerde yapılır.

Pelajik ve sürü oluşturan palamut, kefal ve lüfer gibi balıkların avcılığında, balık sürülerinin etrafının çevrilmesi yoluyla kullanılmakta, fakat balığın yakalanması fanyalı ağlardaki gibi gerçekleşmektedir. Voli ağı üst üste ve yan yana pek çok fanyalı ağın bölme ipleri (Braided) kullanılarak eklenmesiyle donatılan uzun ve derin bir ağıdır. En küçük voli ağı üç boy uzunluğunda ve iki tahta derinliğinde, toplam 6 bölme olarak donatılır. Voli ağının tüm bölümleri fanyalı olabileceği gibi ağa derinlik kazandırmak, dibe takılıp yırtılmasını azaltmak veya dipten yengeç ve iskorpit avlamasını engellemek için alt bölümler sade olarak da donatılabilir. Bu bölüme taş sadesi denir. Ayrıca ağın tor ve fanya göz açıklıkları tüm bölmelerde aynı olabileceği gibi yüzeyden dibe veya baştan sona doğru kademeli göz açıklıklarında yapılabilir. Voli ağlarının hem tor hem de fanya ip kalınlıkları normal uzatma ağlarından daha kalın yapılır, ayrıca mantar ve kurşun yaka ile ağ başlarına güçlü ağlardan sardon eklenir (Şekil 2).

### Palamut akıntı ağı

Pelajik balıkların avcılığında kullanılan bir tür uzatma ağıdır. Bu ağlar için yöresel olarak palamut yeldirmesi, salma ağı, sürüklenen ağ gibi isimlerde kullanılmamaktadır. Karadeniz’de esas olarak palamut avcılığında kullanılmakta olup yan av olarak tirsi ve lüfer gibi pelajik türler de avlanır. Akıntı ağları uzun bir hat boyunca çapa kullanmaksızın serilirler. Ağın bir ucu tekneye bağlanır, diğer ucuna ise ışık bulunan bir şamandıra bağlanarak etraftan geçen tekneler için işaretlenir. Ağda çapa bulunmadığı için akıntı etkisiyle sürüklenir. Sığ bölgelerde sürüklenirken ağın dibe dolaşmaması için altında mapa denilen metal halkalar bulunur. Sürüklenme esnasında geniş bir alanı taradığı için av verimi yüksektir.

Ağa kurşun yaka donatılmaz. Bunun yerine her 8-10 kulaçta bir ağırlığı 300 gram civarındaki kurşun halkalar takılmaktadır (Şekil 3).

### Zargana -Gümüş ağı

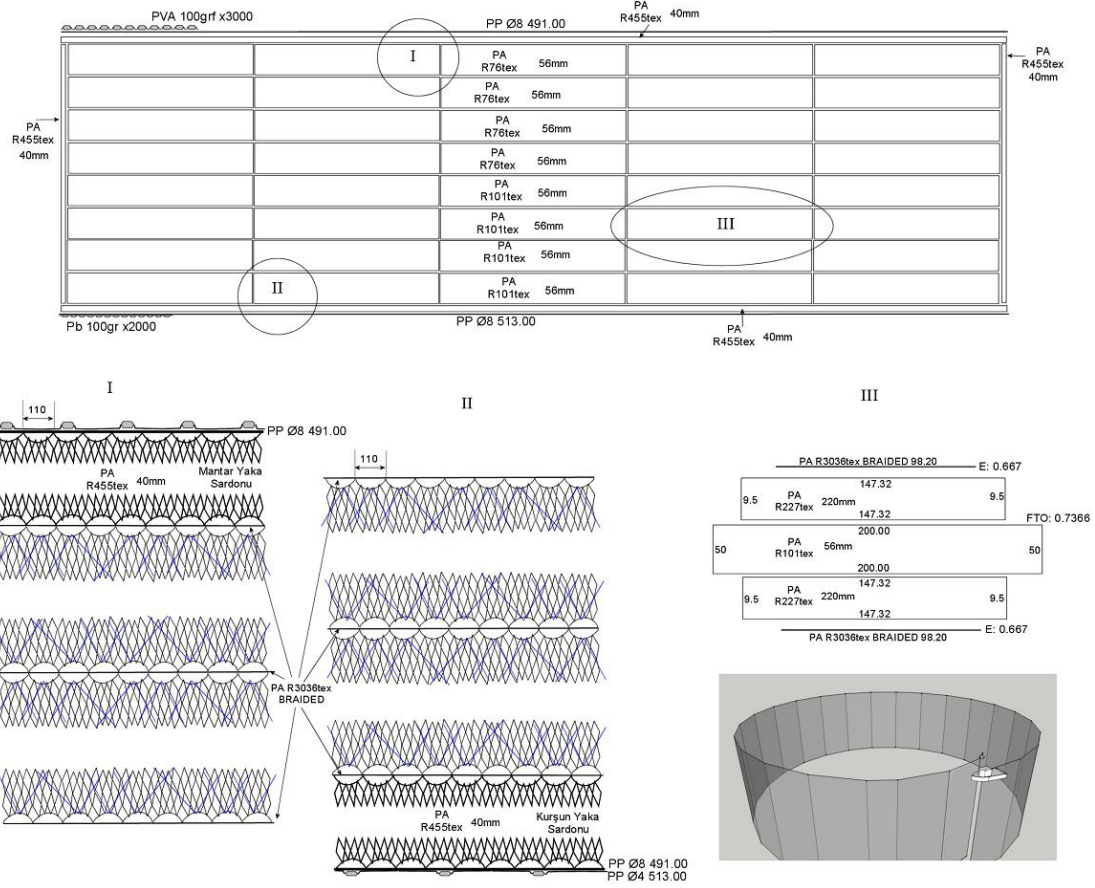
Özellikle Marmara ve Karadeniz’de kıyılarda yakamoz ve balık yağintıları takip edilerek, balık sürüsünün etrafına çevirme veya kıyıdan kıyıya yarım ay şeklinde serilerek zargana ve gümüş balığı avcılığında kullanılan ağlardır. Genellikle uzunluğu 1-3 boy (x200 m), derinliği 1-2 tahta (x400 göz), göz açıklığı 18-22 mm arası, ip kalınlığı ise 105D/1 numara (R13tex) olarak donatılır. Yakalara 3-4 numara yüzdürücüler ile 25-35 gramlık kurşunlar ağın yüzer kalacağı şekilde eklenir. Donam faktörü 0.6 civarındadır (Şekil 4).

### Hamsi uzatma ağı

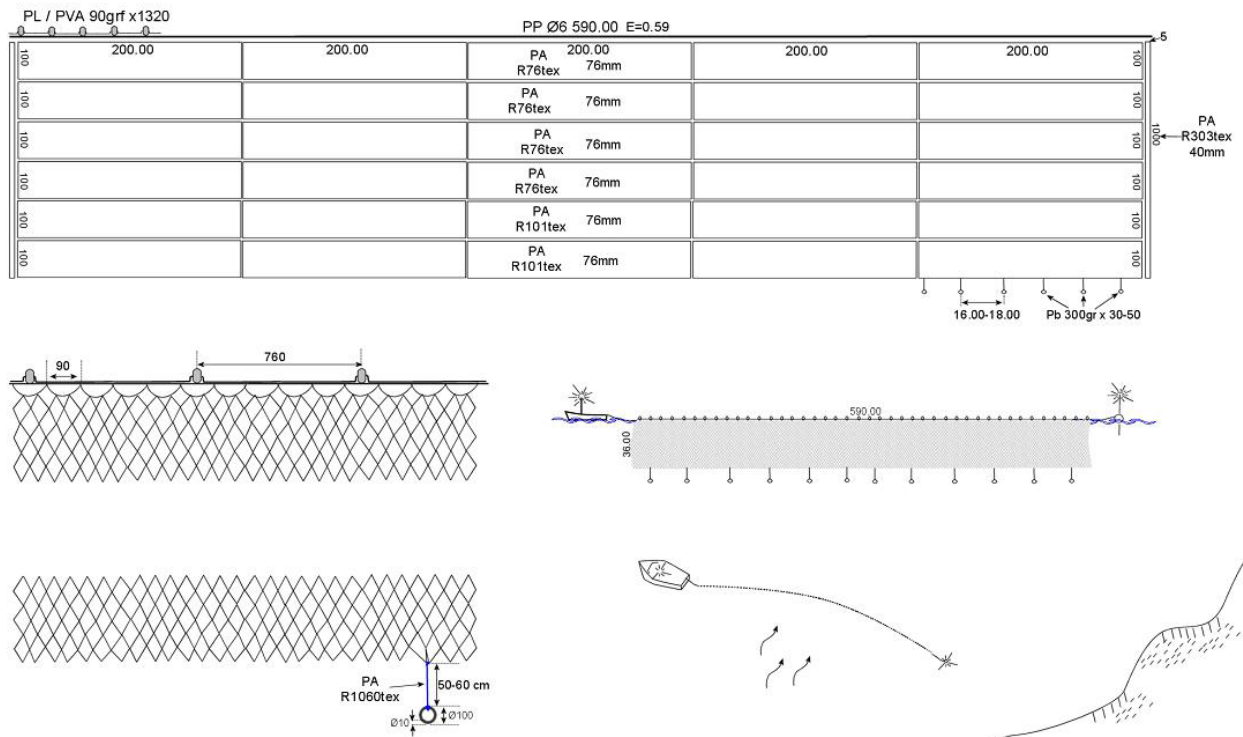
Endüstriyel av araçlarıyla avcılık yapılmadığı için bu dönemde kıyı balıkçıları için önemli bir gelir sağlar. Önceki yıllarda zargana ve gümüş ağlarıyla hamsi avlanırken hamsinin 105D/1 numara ip kalınlığındaki ağ gözlerden ayıklanmasının zor olması ve parçalanarak ekonomik değerinin kaybolması nedeniyle bu ağ geliştirilmiştir. Göz açıklığı 18 veya 20 mm olan ağı zargana ağından ayıran en önemli fark ip kalınlığının ağın elde edilebilirliğine göre 210D/3, 4 veya 6 numara olmasıdır (Şekil 5).

### Patırma ağı

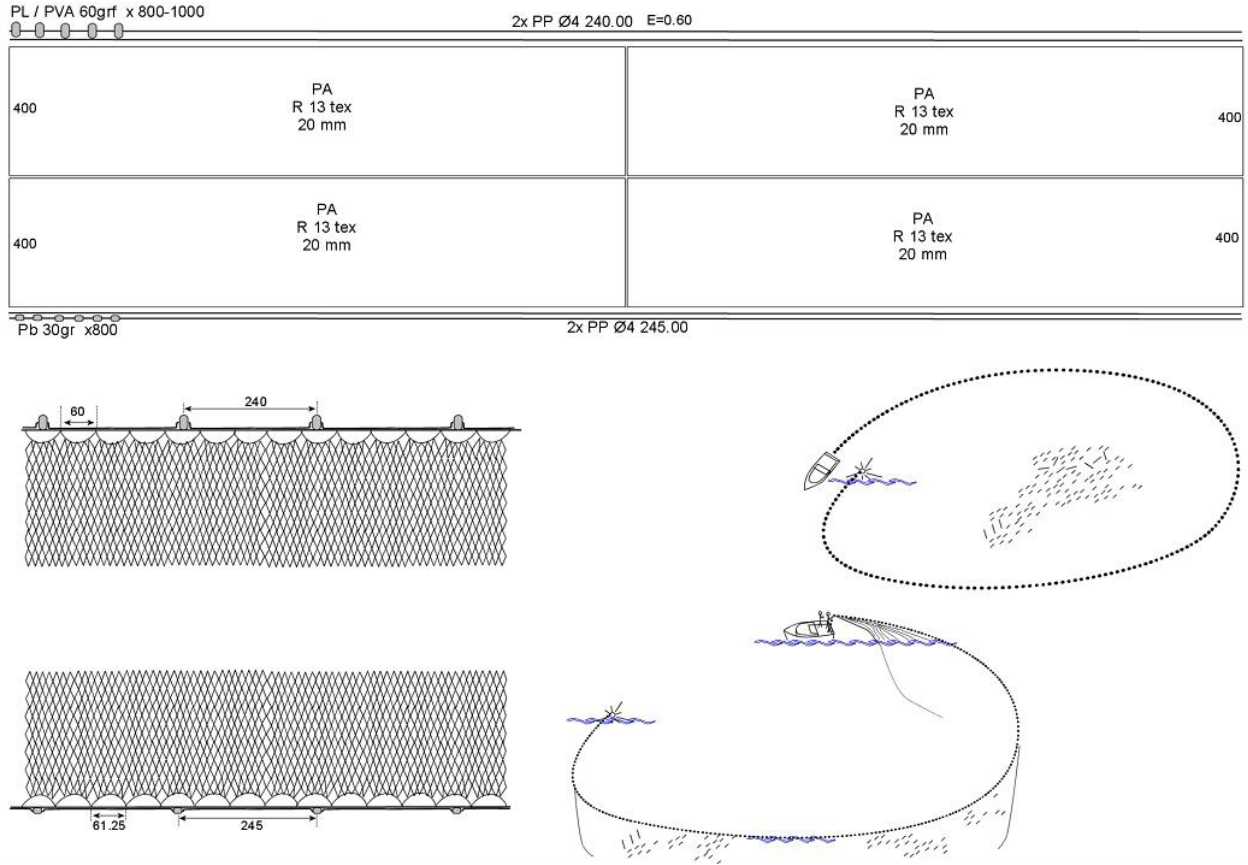
Küçük bir voli ağı olup avlanılan sahaya göre farklı boy derinlikte yapılır. Bazen mantar yakaya yakın olan kat fanyasız olmak üzere iki veya üç kattan oluşabilir. Hedef türü barbunya, izmarit, ispari ve istavrittir. Özellikle geceleri mendirekler, kayalık çevreleri ve belirli voli sahalarına balık işaretleri takip edilerek veya rastgele serilip gürültü ve ışık ile balıkların ağa vurması sağlanır (Şekil 6).



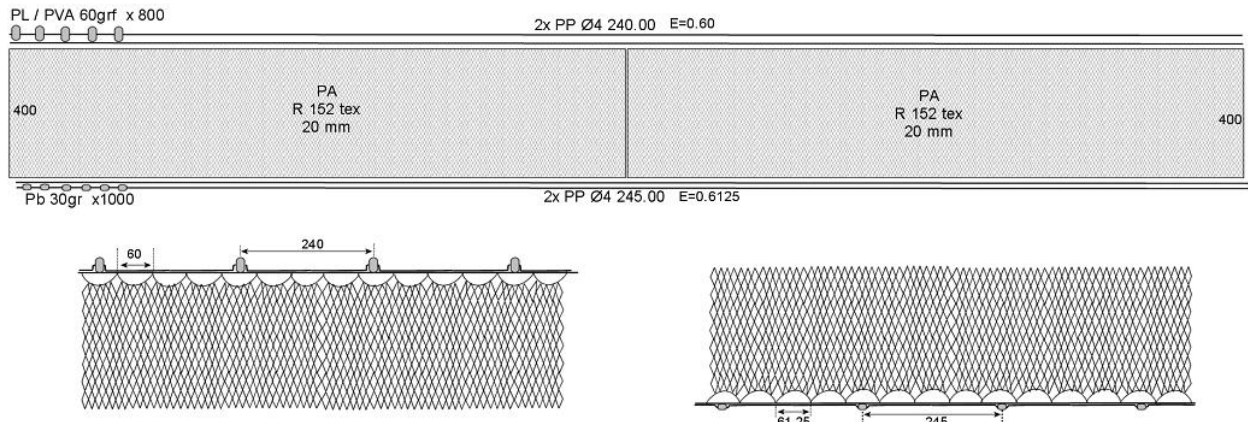
Şekil 2. Voli ağı



Şekil 3. Palamut akıntı ağı



Şekil 4. Zargana ağı



Şekil 5. Hamsi uzatma ağı

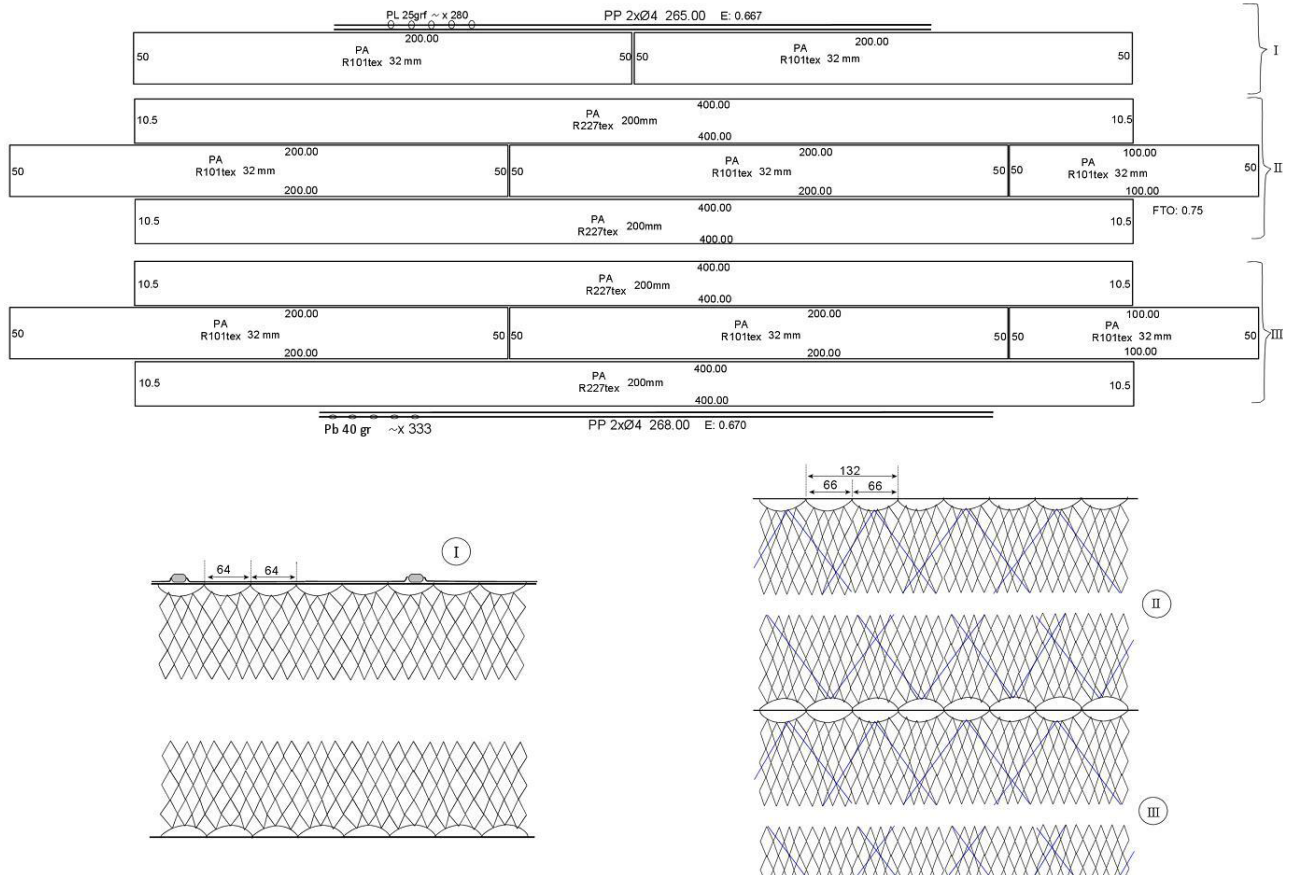
**Sade Mezgit, Barbunya, İstavrit ve İzmarit ağları**

Göz açıklığı 30-40 mm arasında ağlardır. Geçmişte daha çok barbunya ve istavrit için 36, mezgit için 40-44, lüfer için 44-52 mm göz açıklığındaki ağlar kullanılırken günümüzde mezgit, barbunya, istavrit ve izmarit balıkları için 30 mm'ye kadar ağların kullanıldığı görülmektedir. Bu ağın standart göz açıklığı 36 mm ve ip kalınlığı 210D/1 numaradır. Yaygın olarak 105D/1 numara ipten örülmüş ve yörede kıl ağ olarak tanımlanan ince tor ağları da kullanılmaktadır. Ağın derinliğinde 50, 70 veya

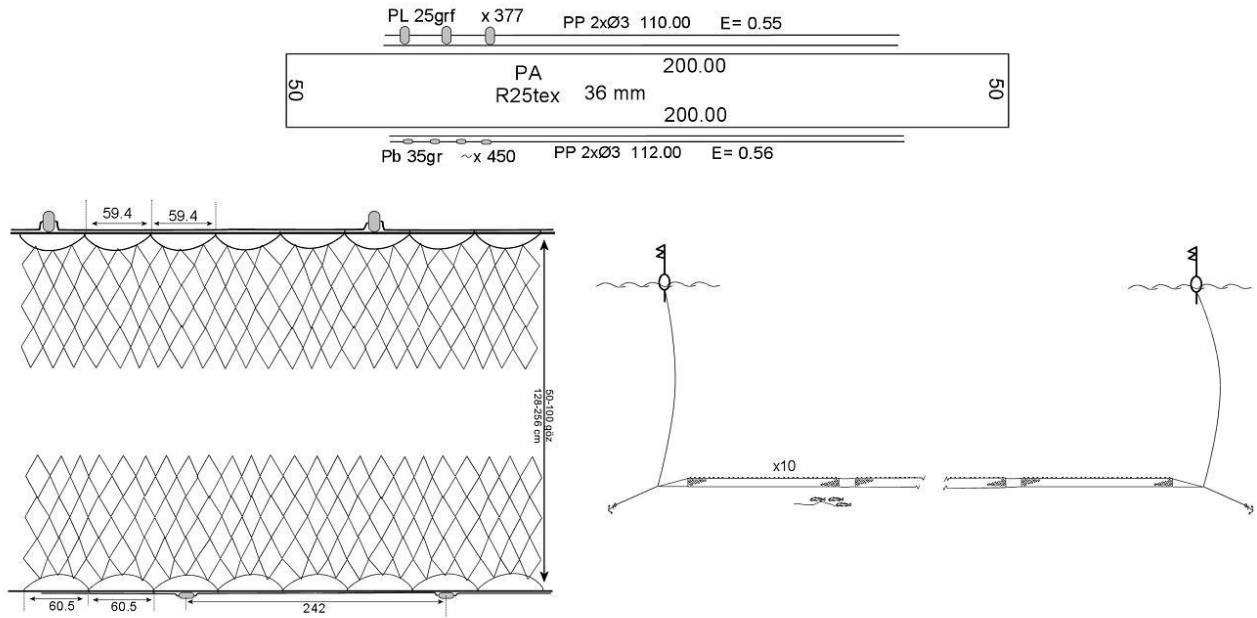
100 göz bulunabilmekte ve yakalara yaklaşık 0.55 donam faktörü ile donatılmaktadır (Şekil 7).

**Sade Lüfer, Tirsi ve Kefal ağları**

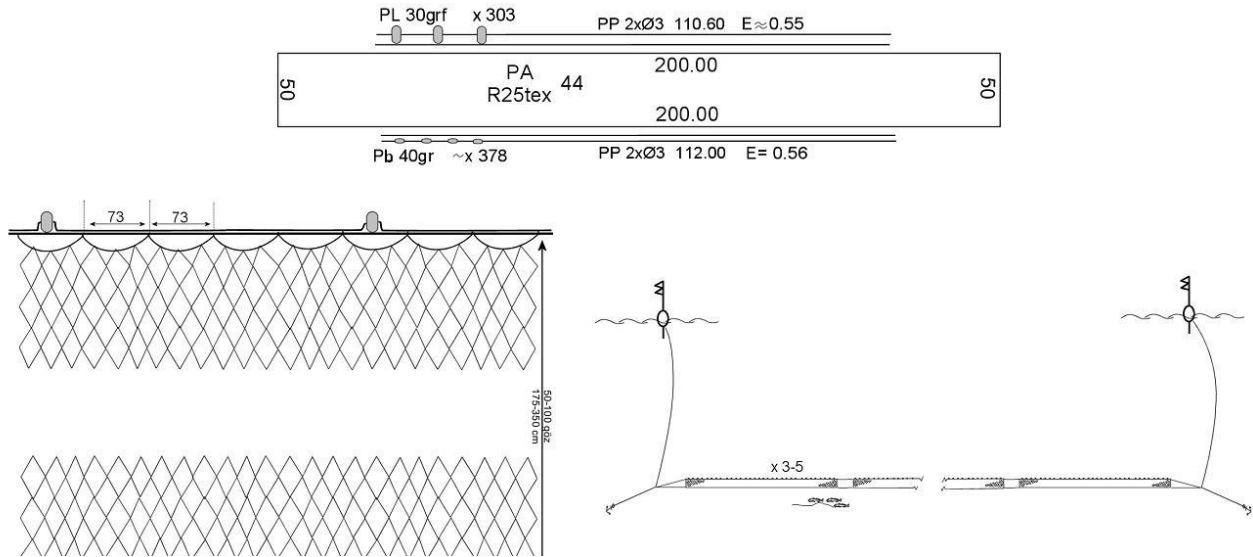
Tirsi ve lüfer için halen 40-44 mm göz açıklığında sade ağlar kullanılmaktadır. Ağların derinliği akıntı durumuna göre; 50, 70 ya da 100 göz, donam faktörü 0.55 civarında tutulmaktadır (Şekil 8). Tüm dip uzatma ağlarında olduğu gibi ağın rahat dökülmesi için kurşun yaka donam faktörü çok az büyük yapılarak, kurşun yakanın daha uzun olması sağlanmaktadır



Şekil 6. Patırma ağı



Şekil 7. Küçük gözlü solungaç ağı



Şekil 8. Tirsi-Lüfer solungaç ağı

### Fanyalı Mezgit, Barbunya, İstavrit ve İzmirli ağları

Beş boy ağı bir set olarak, özellikle balığın az olduğu dönemlerde ve yengeç, iskorpit gibi ağdan ayıklaması zor olan türlerin olmadığı zaman ve avlalarda kullanılmaktadır. Geçmiş yıllarda tor ağı göz açıklığı 36-40 mm iken günümüzde bazı balıkçıların ince barbunya avlayabilmek için 30 mm ye kadar küçük gözlü ağları kullandıkları gözlenmektedir (Şekil 9).

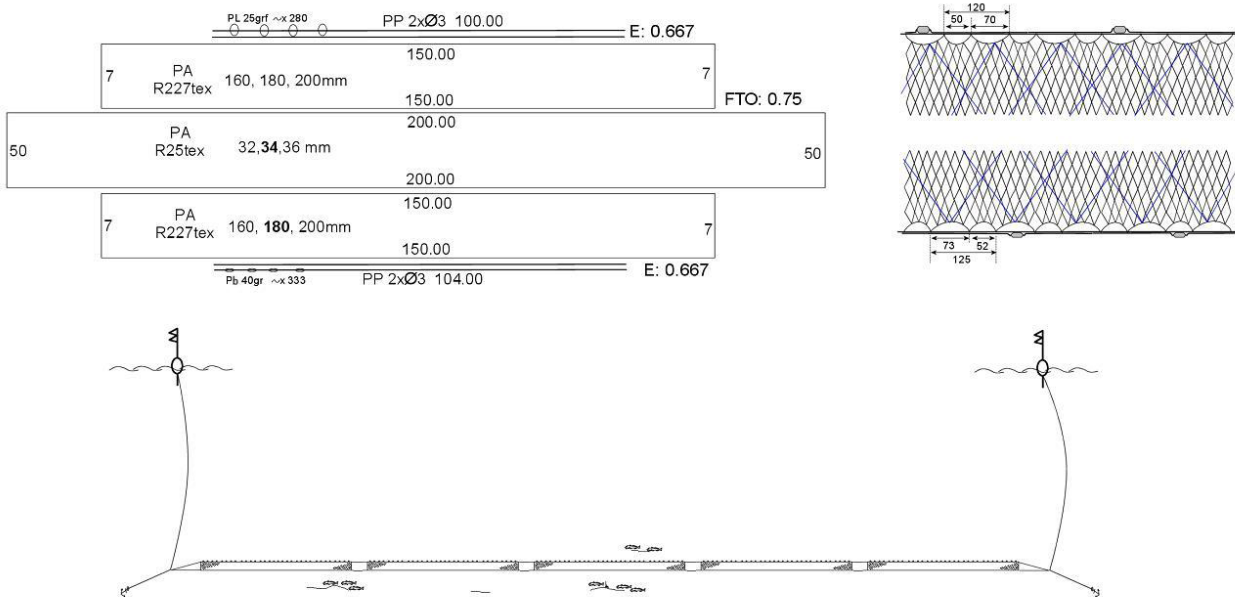
### Fanyalı İskorpit balığı ve marya ağı

Tor ağı göz açıklığı 40-60 mm arasında olan bu ağlar iskorpit, eşkine, ispari, karagöz, kırılgaç gibi dip balıkları ile mevsimine göre kefal, palamut ve lüfer gibi pelajik balıkların avcılığında

kullanılır. Genellikle 2-3 boy ağı bir set halinde kullanılmaktadır (Şekil 10).

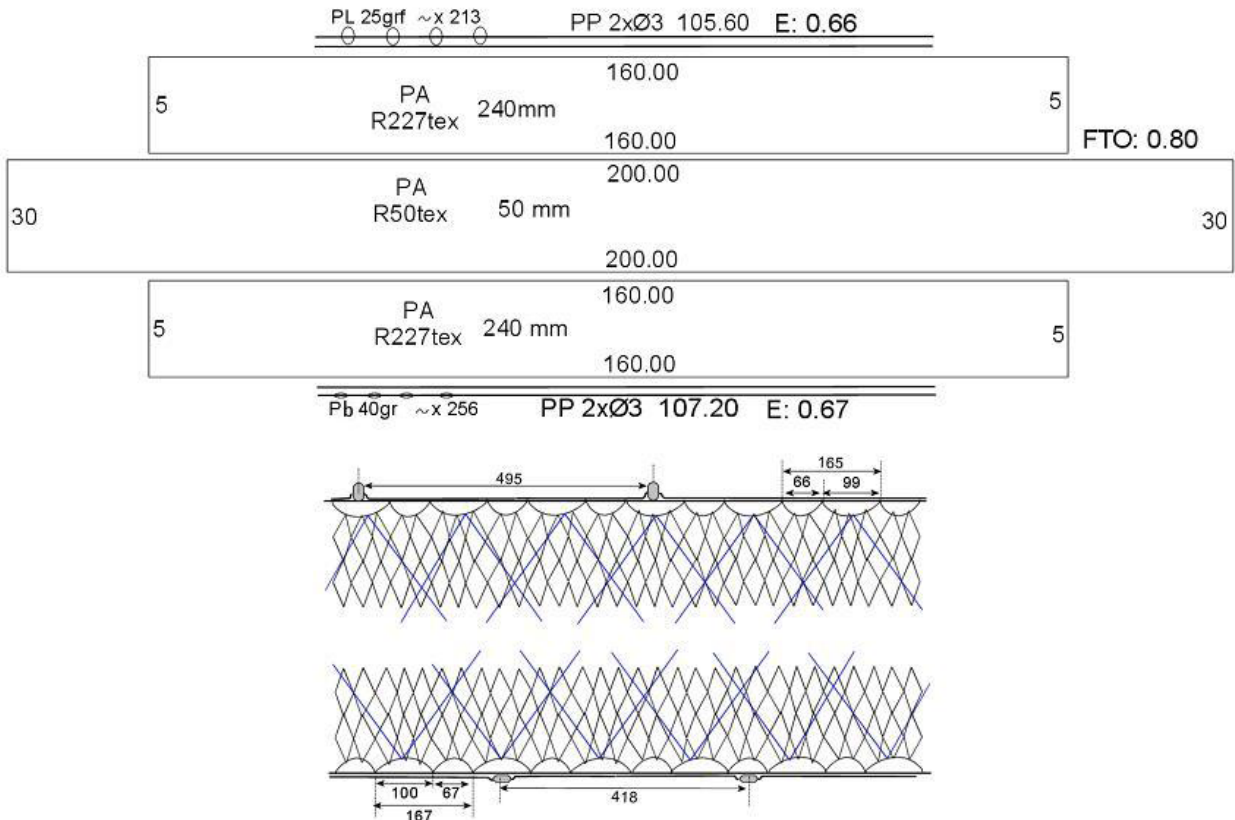
### Sade kalkan balığı ağı

Tamamen kalkan avcılığına yönelmiş teknelerde her birisi 10-20 ağdan oluşan 5 takıma kadar ağı bulunabilir. Ağların göz açıklıkları 300 ile 360 mm, ip kalınlığı 210D/6-9 (R152-227tex) numara arasında değişmekle beraber yaygın olarak 320 ve 360 mm göz açıklığında ve 210D/6 numara ip kalınlıklarındaki ağlar kullanılmaktadır (Şekil 11). Karadeniz kıyı balıkçılığında kullanılan palamut voli ağlarıyla birlikte en önemli iki ağdan birisidir. Bu nedenle kalkan ağlarına hemen hemen bütün liman, barınak ve ticari ruhsatlı teknelerde rastlamak mümkündür.

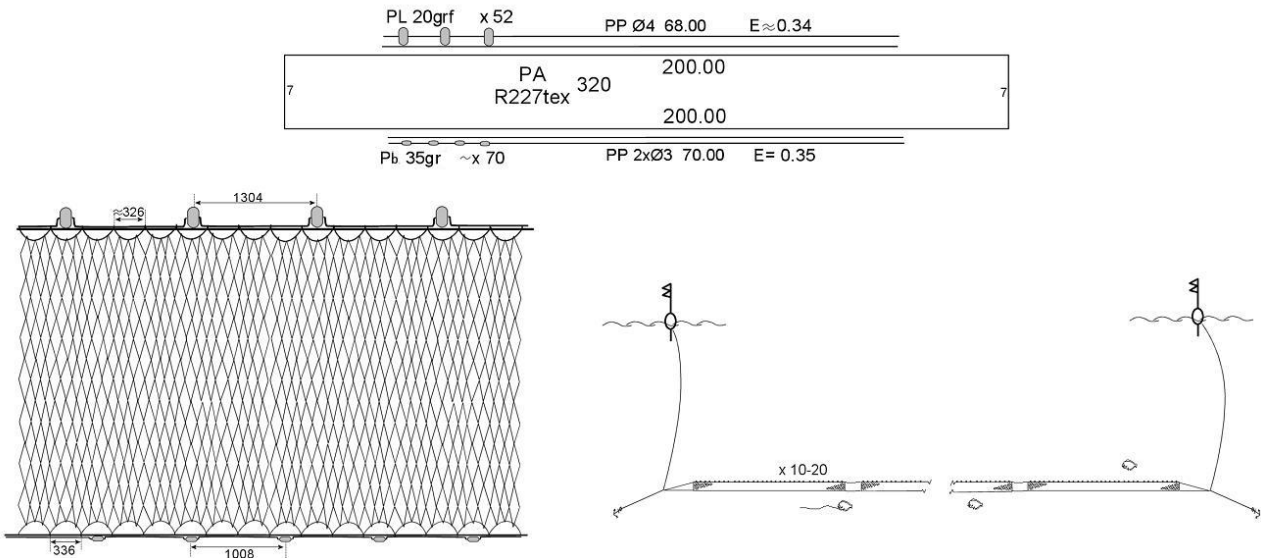


Şekil 9. Fanyalı Barbunya uzatma ağı





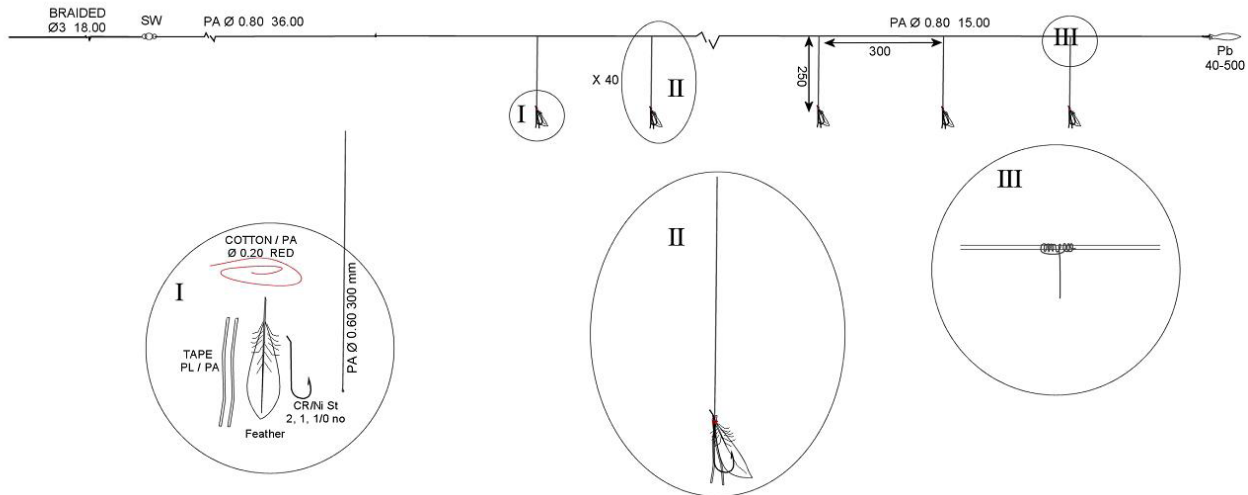
Şekil 10. İskorpit balığı uzatma ağı



Şekil 11. Sade Kalkan balığı uzatma ağı

## Palamut Çaparisi

Çapari daha çok pelajik balıkların avcılığında kullanılan üzerine tüy ya da benzeri balığı cezbeden bir cisim takılmış 30 ile 50 arasında kancası bulunan oltalardır. Karadeniz’de palamut çaparisi ile avcılık yaygın olup geleneksel olarak martı tüyünden bağlanan çaparilerin kullanılır (Şekil 12). Son yıllarda hazır simli köstekler veya balıkçılar tarafından sim, sentetik lifler ve çeşitli kuşların tüyleri kullanılarak bağlanan köstekler kullanılmaktadır.



Şekil 12. Palamut çaparisi planı

## Kıyı Sürütme Ağı

Serildikten sonra sürüklenerek belirli bir alanın taranması yoluyla kullanılan, keseli ağlardır. Karadeniz’de kıyı sürütme ağlarının kullanımı yasak olmasına rağmen Sinop ve Sakarya kıyıları başta olmak üzere çeşitli yerlerde küçük boyutlu ırgıplar kullanılmaktadır. ırgıp genel olarak uzun kol ağları, torba ve halat olmak üzere üç bölümden oluşur (Şekil 13).

## Tartışma

Bu çalışmada Karadeniz kıyılarında küçük sınıfta ticari balıkçılar tarafından kullanılan 12 av aracı belirlenmiş ve FAO standartlarında detaylı planları çıkarılmıştır. Bu av araçlarından 10’u fanyalı ve sade ağlardan oluşan uzatma ağı, bir adedi palamut avcılığında kullanılan çapari ve bir adedi kıyı sürütme ağıdır. Uzatma ağlarının 5 adedi sade 5 adedi ise fanyalı donama sahip olup 2 ağ bazı durumlarda fanyalı ve sade paneller içerecek şekilde karma olarak da kullanılabilir.

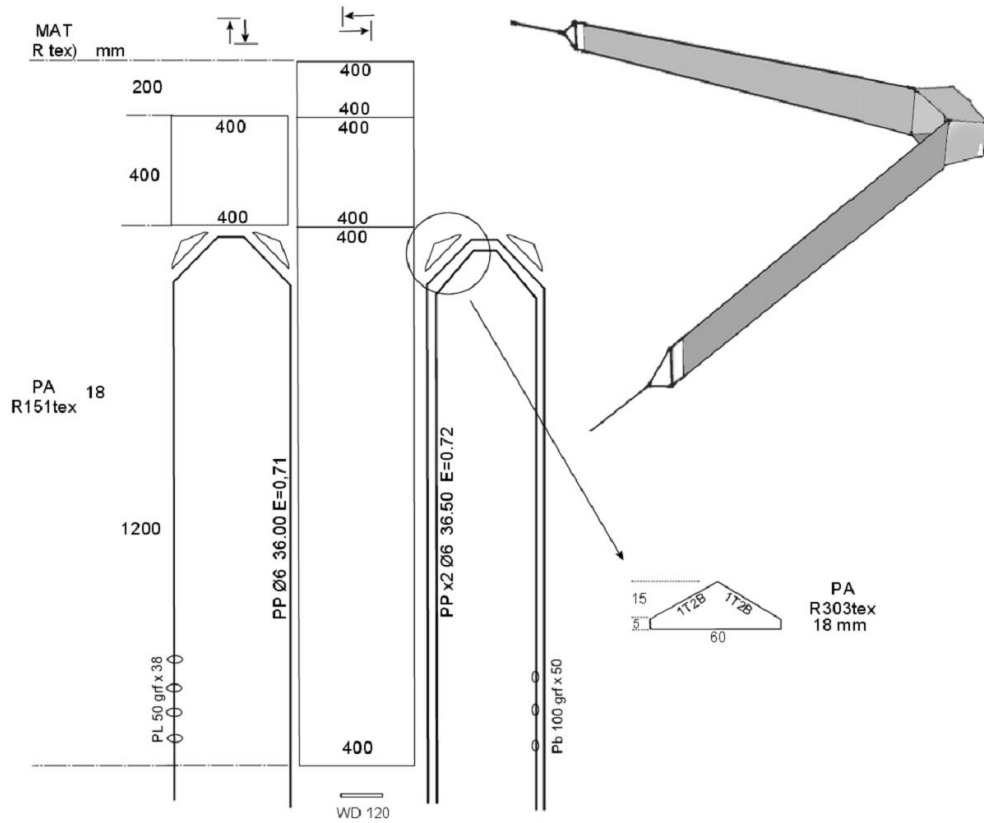
Karadeniz’de Samsun, Ordu ve Giresun ili kıyılarında yapılan bir çalışmada kıyı balıkçıları tarafından 10 farklı tipte uzatma ağı kullanıldığı tespit edilirken,

bunlardan 4 tanesinin fanyalı, 6 tanesinin sade uzatma ağı şeklinde olduğu belirlenmiştir (Samsun ve Emirbuyuran, 2017). Doğu Karadeniz’in Rize ili kıyılarında kullanılan uzatma ağlarının sade ve dolanan ağlardan oluştuğu saptanmıştır. Bu ağların mezgit, barbunya, istavrit, zargana, palamut ve kalkan avcılığında kullanılan ağlardan oluştuğu ifade edilmektedir (Ay ve Duman, 2015).

Çalışma boyunca farklı limanlarda burada sunulan ağlara benzeyen, derinlik, uzunluk, göz açıklığı, ağ ipi kalınlığı ve donam şekli yönünden küçük

farklılıklar içeren başka ağlar da belirlenmiş olmakla birlikte bu küçük farklılıklar ayrıca ele alınmayarak benzer ağların teknik özelliklerinin anlatımında değinilmiştir.

Karadeniz ekosistemi kirlilik, iklim değişiklikleri, küresel ısınma gibi nedenlerle her geçen gün değişim içindedir. Bu değişimler Karadeniz’e yeni türlerin girişine, bazı türlerin stoklarının azalmasına ya da neslinin yok olmasına neden olabilmektedir (Bat ve ark., 2007). Bu nedenle kullanılan av araçlarının değişen ekosistem şartlarına uygun olarak dizayn edilip yeni donam şekillerinin geliştirilmesi, sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir. Uzatma ağlarında materyal seçimi, donam faktörü, sardon, norsel ya da branda sistemlerinin kullanılması ile tür seçiciliğinin sağlanabilmesi (Godo ve ark., 2000; Aksu, 2006; Gökçe ve Metin 2007; Özdemir ve ark., 2017; Özdemir ve Erdem, 2018), sepet-tuzak gibi av araçlarının geliştirilmesi ve bu av araçlarının ticari balıkçılığa uyarlanabilmesi by-catch ve ıskartanın azaltılmasının sağlanmasına katkı sağlayabilecek yöntemlerden bazılarıdır (Özdemir ve ark., 2006; Erdem ve ark., 2014). Tüm bunlara ek olarak yunuslarla balıkçılar arasındaki çatışma



**Şekil 13.** Küçük bir İğrip ağının planı

ve olumsuz etkileşimlerin önüne geçilmesinde kıyı balıkçılığında kullanılan av araçlarının teknik özellikleri ile donam şekillerinin geliştirilmesi yanında teknolojiden de faydalanılması gerekmektedir (Gönener ve Özdemir, 2012; Özdemir ve ark., 2017). Balıkçılık teknolojilerindeki ilerlemeleri izlemek, sektörde kullanılan av araçlarını iyi tanımak ve donanım özelliklerini güncellemek, alternatifleri dikkate alarak kayıt altında tutmak av araçlarının geliştirilmesi yanında balık ve diğer sucul canlılarının stokları ile ilgili faydalı bilgilerin edinilmesine katkı sağlayabilir (Nedelec ve Pradov, 1990; Tokaç, 2011; Erdem ve ark., 2019).

Yapılan çalışmada Orta Karadeniz’de kıyı balıkçılığında kullanılan av araçlarının tor ve fanya kısımlarındaki materyalinin multifilament (iplik) materyalden olduğu belirlenirken, Ay ve Duman (2015) Rize ili kıyıları için benzer sonuçlara ulaşmıştır. Samsun ve Emirbuyuran (2017) ise araştırma verilerini monofilament ağların yasaklanmasından (Anonim, 2012) önce aldıkları için Samsun, Ordu ve Giresun ili kıyılarında mezgit ve barbunya uzatma ağlarının materyalinin monofilament (tek kat misina) olarak donatıldığını ifade etmektedir.

Her ne kadar çalışmada ele alınan mezgit ve

barbunya uzatma ağlarının ağ göz açıklığının 36 mm kullanıldığı belirtilse de bu ağların göz açıklıklarının her geçen yıl azalarak 32 mm ye kadar düştüğü belirtilmektedir. Samsun ve Emirbuyuran (2017) benzer şekilde bu uzatma ağlarının ağ göz açıklıklarını 32 mm olarak tespit ederken, Ay ve Duman mezgit ve istavrit için ağ göz açıklığının 34 mm olduğunu bildirmiştir. Ayrıca bu çalışmada ele alınan ağların donam faktörleri ile Karadeniz bölgesinde yapılan diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Son yıllarda uzatma ağlarının ağ göz açıklığının 32 mm ve daha altında bir göz açıklığına düşmesiyle ağların uzunluk ve yükseklik gibi boyut ve donam şekilleri de değişiklik göstermeye başlamıştır. Bu nedenler küçük ölçekli balıkçılıkta da by-catch ve ıskarta oranının tüm denizlerimizde olduğu gibi Karadeniz’de de artmasına yol açmaktadır (Kasapoğlu ve Düzgüneş, 2017).

Balıkçılık yönetiminin kıyı balıkçılığında artan by-catch ve ıskarta oranının dengede kalarak, daha da artmaması için mutlaka kıyı balıkçılığında kullanılan uzatma ağlarında minimum göz açıklığı uygulamasını gündemine alması gerekir. 3/1 ve 4/1 numaralı su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğlerde fanyalı uzatma ağlarında tor ağ için 36 mm ağ kullanılması gündeme getirilmiş olsa da

önceden yayınlanan tebliğde ve son yayınlanan 5/1 nolu tebliğde mezgıt ve barbunya avcılığında kullanılan uzatma ağları için göz açıklığına ilişkin bir madde ve açıklama yer almamıştır (Anonim, 2012; Anonim, 2016; Anonim, 2020).

## Sonuç

Sonuç olarak hem büyük ölçekli hem de küçük ölçekli balıkçılıkta kullanılan av araçlarının teknik ve donanımsal özelliklerinin iyi bilinmesi, anlaşılması ve geliştirilmesi önemlidir. Türkiye denizlerinde özellikle barbunya, mezgıt, istavrit, izmarit, kupes gibi ekonomik hedef türlerin avcılığında kullanılan, sade ve fanyalı dip uzatma ağlarının tor kısmında 36 mm göz açıklığından daha küçük göz açıklıklarına müsaade verilmemesi iskarta ve yan avın azaltılmasına katkı sağlayabilmek, balık stoklarımızın devamlılığı ve balıkçının menfaatleri açısından gerekli görülmektedir.

## Kaynaklar

- Aksu, H. (2006). Uzatma ağlarında sardon kullanımının istenmeyen türlerin avcılığını önlemedeki etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 90 s.
- Akyol, O. & Ceyhan, T. (2007). Datça-Bozburun Yarımadası'nda (Ege Denizi) kullanılan uzatma ağlarının teknik özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2): 117-120.
- Akyol, O. & Ceyhan, T. (2010). Gökçeada (Ege Denizi) kıyı balıkçılığı ve balıkçılık kaynakları. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 27(1): 1-5.
- Altınağaç, U., Ayaz, A., Özekinci, U. & Öztekin, A. (2008). Edremit Körfezi dip uzatma ağlarının teknik özellikleri ve yapısal farklılıkları. *Journal of Fisheries Science*, 2(3): 432-439.
- Anonim, (1991). FAO catalogue of fishing gear designs. 2nd Edition, Fishing News Book Ltd. England-London, Wiley, ISBN 0852380984, 160 p.
- Anonim, (2012). 3/1 Numaralı ticari su Ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğ. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, 2012/65 (28388): 112.
- Anonim, (2016). 4/1 Numaralı ticari su Ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğ. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, 2016/35 (29800): 112.
- Anonim, (2020). 5/1 Numaralı ticari su Ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğ. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, 220/21 (31221): 112.
- Ardeniz, B. (2014). Karadeniz'de algarna ile avlanan deniz salyangozu (*Rapana venosa*)'nun boy seçiciliğinin belirlenmesi. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 63 s. Sinop.
- Ay, A. & Duman, E. (2015). Rize ilinde kullanılan uzatma ağlarının teknik özelliklerinin belirlenmesi. *Firat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 27(1): 35-48.
- Ayaz, A., İşmen, A., Altınağaç, U., Özekinci, U. & Ayyıldız, H., (2008). Saroz Körfezi dip uzatma ağlarının teknik özellikleri ve yapısal farklılıkları. *Journal of Fisheries Science*, 2(3): 499-505.
- Ayaz, A., Öztekin, A. & Cengiz, Ö. (2012). Gökçeada ve Bozcaada'da (Kuzey Ege Denizi) kullanılan uzatma ağlarının yapısal özellikleri. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2: 104-111.
- Bat, L., Şahin F., Satılmış, H. H., Üstün, F., Birinci Özdemir, Z., Kideys, A. E. & Shulman G. E. (2007). The changed ecosystem of the Black Sea and its impact on anchovy fisheries. *Journal of Fisheries Science*, 1(4): 191-227.
- Bayraklı, B., Özdemir, S. & Duyar, H. H. (2019). Karadeniz'de Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Çaç ( *Sprattus sprattus*) balıklarının avcılığı ile balık unu-yağı işleme teknolojisi üzerine bir araştırma. *Menba Su Ürünleri Dergisi*, 2(2): 1-10.
- BSGM, (2019). *Balıkçılık ve su Ürünleri istatistikleri 2018*. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 21s.
- Ceyhan, T., Akyol, O. & Ayaz, A. (2005). Marmara Bölgesi'nde Lüfer (*Pomatomus saltatrix* L., 1766) avcılığında kullanılan alamana ağları. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22: 447-450.
- Dremiere, P. Y. & Nedelec, C. (1977). *Data on fishing vessels and gear in the Mediterranean*. FAO-GFCM, Fisheries Department, Studies and Reviews: 56, Rome.
- Duyar, H. A. & Bayraklı, B. (2005). Sinop ilinde bulunan su ürünleri işleme tesislerinin Durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *SUMDER Su Ürünleri Mühendisleri Dergisi*, 24(4): 53-56.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Satılmış, H. H. & Birinci-Özdemir, Z. (2008). Ortasu trolü ile gündüz iki farklı periyotta avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.)'nin av verimi ve boy kompozisyonu. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1):17-23.
- Erdem, Y., Samur, M. & Özdemir, S. (2014). İç sularda istilacı balık türleriyle mücadelede seçici avlama yöntemlerinin etkinliği. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 29(2): 49-63.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Özsandıkçı, U. & Büyükdeveci, F. (2018). Sinop ili balıkçılık altyapıları. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 4(1): 20-32.

## Teşekkür

Bu çalışma Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından SÜF-1901-14-05 nolu proje ile desteklenmiştir. Araştırmanın saha çalışmalarında katkı, destek ve bilgi paylaşımını esirgemeyen bölgedeki çok değerli balıkçılarımıza da ayrıca teşekkür ederiz.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

Tüm yazarların makaleye katkısı eşittir.

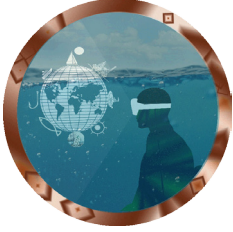
### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

- Erdem, Y., Özdemir, S., Özsandıkcı, U. & Büyükdeveci, F. (2019). Batı Karadeniz'de (Sinop ili) endüstriyel balıkçılıkta kullanılan ağlar ve teknik özellikleri. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 5(2): 74-87.
- Godo, H., Furevik, D. & Lokkeborg, S. (2000). Reduced bycatch of red king crab (*Paralithodes camtschatica*) in the cod gillnet fisheries in northern Norway. ICES, Efficiency, Selectivity and Impacts of Passive Fishing Gears, C.M. 2000/5-05:1-7.
- Gökçe, G. & Metin, C. (2007). Landed and discarded catches from commercial prawn trammel net fishery. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 543-546.
- Göncüoğlu, H., Özbilgin, Y. & Ünal, V. (2011). A preliminary study on sustainability of fishery cooperatives in the North-eastern Mediterranean, Turkey. *E.U. Journal of Fisheries&Aquatic Sciences*. 28(2): 41-46.
- Gönener, S. & Özdemir, S. (2012). Investigation of the interaction between bottom gillnet fishery (Sinop, Black Sea) and Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in terms of economy. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 115-126.
- Kalaycı, F., Bilgin, S., Samsun, O. & Samsun, N., (2006). Orta Karadeniz'de avlanan çaça (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) balığı stoğunun genel durumu ve balık endüstrisi içerisindeki yerinin araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3): 449-455.
- Kasapoğlu, N. & Düzgüneş, E. (2017). The common problem in the Black Sea fisheries: By-catch and its effects on the fisheries economy. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17: 387-394.
- Nédélec, C. (1975). FAO catalogue of small scale fishing gear, Fishing News Books Ltd. West Byfleet Surrey, 191p.
- Özdemir, S. & Erdem, Y. (2006). Uzatma ağlarının ağ materyali ve yapısal özelliklerinin türlerin yakalanabilirliği ve tür seçiciliği üzerindeki etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(3-4):429-433.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Satılmış, H. H. & Birinci Özdemir, Z. (2006). Karadeniz'de ortasu trolü ile gece süresince avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758)' nin av verimi ve boy kompozisyonunun belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(3-4): 417-421.
- Özdemir, S., Erdem, E., Aksu, H. & Birinci Özdemir, Z. (2010). Çift tekne ile çekilen ortasu trolü ile avlanan bazı pelajik türlerin av kompozisyonu ve boy-ağırlık ilişkilerinin belirlenmesi. *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(4): 427-436.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Erdem, E. & Birinci Özdemir, Z. (2014). Effects of square mesh panels position on bottom trawls on by-catch Bluefish (*Pomatomus saltatrix*, L.) selectivity in the southern coastal of the Black Sea-Turkey. *Cahiers de Biologie Marine*, 55(3):315-321.
- Özdemir, S., Özsandıkcı, U., Erdem, Y. & Büyükdeveci, F. (2017). Seasonal catch compositions of turbot gillnets in southern central Black Sea coasts. *Yunus Research Bulletin*, 17(4): 325-334.
- Özdemir, S. & Erdem, Y. (2018). Monitoring of weekly catch per unit effort CPUE and some biological features of bluefish *Pomatomus saltatrix* Linnaeus 1766 captured from southern Black Sea coasts of Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 7(2): 68-73.
- Özekinci, U., Cengiz, Ö. & Bütüner, S. (2006). Gear characteristic of gillnet and trammel net used in Dardanelles Region and problems of fishermen. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1/3): 473-480.
- Samsun, S. & Emirbuyuran, Ö., (2017). Technical characteristics of set nets used in artisanal fisheries the East Black Sea region. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(3): 269-275.
- Tokaç, A. (2011). Ağ yapım ve donanım tekniği balıkçılık II. Ege Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 40, ISBN 9754838558, İzmir, 321 s.
- Tokaç, A., Ünal, V., Tosunoğlu, Z., Akyol, O., Özbilgin, H. & Gökçe, G. (2010). Ege Denizi balıkçılığı. İMEAK Deniz Ticaret Odası, İzmir Şubesi Yayınları, İzmir, 390 s.
- TÜİK, (2018). *Su ürünleri istatistikleri 2018*. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Ünal, V. (2003). Socio-economic analysis of small-scale Fisheries, Foca (Aegean Sea). *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 20:1-2.
- Yıldırım, Ö. (2006). Sinop ili balık unu-yağı fabrikalarının mevcut durumu ve Türkiye balık unu-yağı üretimindeki yeri. *Firat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*,18(2): 197-203.
- Yıldız, T. & Karakulak, F. S. (2010). İstanbul kıyı balıkçılığında kullanılan dip uzatma ağlarının teknik özellikleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 27: 19-24.



## The growth responses of *Eisenia fetida* (Savigny 1826) exposed to microplastics

Elif Menteş<sup>1</sup>, Şükran Yalçın Özdilek\*<sup>2</sup>

\*Corresponding author: [sozdilek@comu.edu.tr](mailto:sozdilek@comu.edu.tr)

Received: 30.10.2020

Accepted: 05.12.2020

### Affiliations

<sup>1</sup>Graduate Institute of Natural and Applied Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, TURKEY

<sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Science and Art, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, TURKEY

### Keywords

Microplastic  
Growth  
Length  
Weight  
*Eisenia fetida*

### ABSTRACT

With the increase in the use of plastics around the world, smaller particles called microplastics increase over time in natural environments. Microplastics are potential threatening because they can be consumed involuntarily by organisms. In this study, the effects of microplastics on the growth parameters of soil worms (*Eisenia fetida*) were investigated. Within this framework, the earthworm groups were fed diet contains <1 mm microplastic grains at the rate of 25% of the total daily requirements of the worms. A group of worms was kept in the polystyrene (PS) environment. Two different microplastics, plastic paint pigment (PBP) and polymethylmethacrylate (PMMA) were used in experiments and the effects of the microplastics on the growth parameters of the worms were observed. The length and weights of worms exposed to PBP, PMMA and PS were measured on the 21<sup>st</sup> and 42<sup>nd</sup> days in the applications and the 42<sup>nd</sup> and 84<sup>th</sup> days in the repeat application of PBP. Before the application, *E. fetida* individuals were fed in tea and purslane medium for 30 days, and the mean length and weights of worms were increased. In PBP, PBP repeat, PMMA and PS applications, a decrease in worms' weight was observed in the process.

## *Eisenia fetida* (Savigny 1826)'da mikroplastik maruziyetinin büyüme parametreleri üzerine etkisi

### ÖZET

Dünya üzerinde plastik kullanımının artması ile birlikte zamanla aşınarak mikroplastik adı verilen daha küçük partiküller doğal ortamlarda artış göstermektedir. Mikroplastikler canlılar tarafından istemsizce tüketilebilir boyutlarda olmaları sebebiyle tehdit oluşturmaktadırlar. Bu çalışmada mikroplastığın toprak solucanlarının (*Eisenia fetida*) büyüme parametrelerine etkileri araştırılmıştır. Bu çerçevede solucanların diyetine günlük toplam besin gereksinimlerinin %25'i oranında 1mm'den küçük mikroplastik parçacıklar katılmıştır. Bir grup solucan polistiren (PS) ortamına bırakılmıştır. Deneylerde iki farklı mikroplastik, plastik boya pigmenti (PBP) ve polimetilmetakrilat (PMMA) kullanılmış ve toprak solucanlarının büyüme parametreleri üzerine etkileri gözlenmiştir. Toprak solucanlarının PBP, PMMA ve PS uygulamalarında 21. ve 42., PBP tekrar uygulamasında 42. ve 84. günlerindeki boy ve ağırlıkları ölçülmüştür. Uygulama öncesinde *E. fetida* bireyleri çay ve semizotu ortamında 30 gün boyunca beslenmiş, boy ve ağırlıklarında artış gözlenmiştir. PBP, PBP tekrar, PMMA ve PS uygulamalarında süreçte solucanların ağırlığına bir azalma gözlenmiştir.

### Anahtar Kelimeler

Mikroplastik  
Büyüme  
Boy  
Ağırlık  
*Eisenia fetida*

### Cite this article as

Menteş, E. & Yalçın Özdilek, Ş. (2020). The growth responses of *Eisenia fetida* (Savigny 1826) exposed to microplastics. *Marine and Life Sciences*, 2(2): 97-104. (In Turkish)

## Giriş

Yeryüzündeki su kaynakları plastik ve mikroplastik türevleri nedeniyle tehdit altındadır (Van Cauwenberghe ve ark., 2013). Kentsel alanlarda, kıyılarda sediment üzerinde biriken plastik atıklar mikroplastik olarak kutuplar ve okyanusların derinliklerine kadar doğal habitatlara taşınarak birikmektedir (Barnes ve ark., 2009; Thompson ve ark., 2009; Do Sul ve Costa, 2014). Özellikle deniz ve okyanuslarda biriken mikroplastiklerin çıplak gözle ayırt edilememesi endişe kaynağıdır (Andrady, 2011). Mikroplastikler hayvanların besinlerine yada tortu şeklinde olmaları nedeniyle (Gall ve Thompson, 2015) çok sayıda organizma için biyolojik olarak kullanılabilme potansiyeline sahip ve sucul yaşam için (Wright ve ark., 2013) ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Mikroplastikler balıklar ve omurgasızlar tarafından besin gibi yutulabilmektedir, organik kirleticiler tarafından taşınabilmektedir (Goldstein ve ark., 2012). Sediment içerisine karışıklarında kum kurtlarının sindirim kanalına alınması muhtemeldir (Green ve ark., 2016). Bu parçacıklar teorik olarak bağırsak boyunca ilerlerken tıkanma veya sindirim sisteminde birikime yol açabildiği gibi mekanik beslenmeyi ve sindirimi de bozabilir (Setälä ve ark., 2014).

Sucul ekosistemlerde mikroplastiklerin etkileri üzerine çalışmalar bulunmaktadır (Christaki ve ark., 1998, Besseling ve ark., 2014, Wang ve ark., 2020) ancak karasal ekosistemlerde toprak canlıları üzerinde yapılmış çok az çalışma bulunmaktadır. Polietilen mikroplastik parçacıkların toprak yüzeyinden toprak solucanları vasıtasıyla toprak profilinde doğrudan ya da dolaylı olarak taşınabileceği tespit edilmiştir (Rillig ve ark., 2017). Huerta-Lwanga ve ark. (2016) <150 µ polietilen mikroplastığe maruz kalan *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta, Lumbricidae) bireylerinin ağırlıklarında azalma kaydederken, Rodriguez-Seijo ve ark. (2017) 250-1000 µ polietilen mikroplastığe maruz bırakılan *Eisenia fetida* bireylerinin bağırsakları ve immun sistemlerinin zarar gördüğünü rapor etmişlerdir. Karasal ortamlarda polimer kaynaklı materyal atıklarının çiftlik hayvanları tarafından tüketildikleri, çiftçiler için plastik torbalar gibi cisimlerin hayvan yetiştirmedeki sorunlar arasında olduğu belirtilmiştir (Lambert ve ark., 2014). Bununla birlikte plastikler organik maddelerdir ve mikroplastikler bazı canlılar için besin kaynağı olarak kullanılabilir (Yang ve ark., 2015). Besin kaynağı olarak kullanılması durumunda çeşitli mikroplastik besi ortamına maruz bırakılan canlıların büyüme parametrelerinde artış olması

beklenir.

*E. fetida* heteretrofik besin zincirinde ilk basamaklarında yer alan, karasal ekosistemlerde önemli ekolojik rolü olan detritus yiyici olarak bilinen bir türdür (Sampedro ve Dominguez, 2008). *E. fetida* mikroplastik bakımından zenginleştirilmiş organik besinleri doğrudan alabilir, optimum yetiştirme koşulları ve geniş bir diyet aralığı nedeniyle kolay kültüre edilebilirler. Böylece karasal ortamda sınırlı sayıda çalışma bulunan mikroplastik besi ortamı maruziyetine dair deneysel çalışmalarda tercih edilebilir. Toprak solucanlarının ekosistemdeki rolü (Aydın, 2006) göz önünde bulundurulduğunda mikroplastiklerin bu canlılar üzerindeki etkilerinin bilinmesi literatüre toprak ekolojisini daha iyi anlamamıza yardımcı olacak önemli katkılar sağlayabilir. Bu çalışma mikroplastiklere maruz kalan toprak solucanlarının büyüme parametreleri üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamıştır.

## Materyal ve Yöntem

*E. fetida* türü toprak solucanı Çanakkale'nin Bayramiç ilçesindeki Bereket Solucan (Bersol) Yetiştirme Tesisi'nden alınmıştır. Kapalı bir kap içerisinde laboratuvara getirilen solucanlar ahşap bir kasada, hava alabilecek şekilde karanlık ortamda muhafaza edilmiştir. Mikroplastik olarak yaygın plastik çeşitlerinden Plastik boya pigmenti (PBP), Polimetilmetakrilat (PMMA) ile Yang ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada un kurtlarının polistrien (PS) ile beslendikleri literatüründen yola çıkarak PS mikroplastığı seçilmiştir.

Deneyde kullanılan plastik boya renklendirme sistemlerinden seçilen PBP petri kaplarına dökülerek etüvde 60°C' de 24 saat boyunca kurutulduktan sonra demir ege yardımıyla <1mm olacak şekilde toz haline getirilmiştir. Polymethylmethacrilat, PMMA (-CH<sub>2</sub>C(CH<sub>3</sub>)(CO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>)-[n] 600 µ boyutlarında olup Alfa Aesar (9011/14-7) firmasından temin edilmiş, PS ise küçük parçalara ayrıştırılmadığından doğrudan strafor kap besi ortamı olarak düzenlenmiştir.

## Solucanları besleme

Solucanları barındırmak için besin olarak kullanamayacakları organik karbonu uzaklaştırılan yanmış toprak kullanılmıştır. Organik maddeden arındırma toprağın kül fırınında 550°C' de sabit ağırlığa ulaşınca kadar yakmak suretiyle yapılmıştır. Çalışmada ikisi normal besi ortamı (çay veya semizotu), dördü mikroplastik uygulamaları olmak üzere altı adet uygulama modeli kurulmuştur. Her bir uygulama için solucanların

içerisinde tutulacakları 35x14 cm ölçülerinde ahşap vivaryumlar içine 1 kg yanmış toprak nemlendirilerek konmuştur. Çalışma sürecinde termometre ile sıcaklık ( $^{\circ}\text{C} \pm 0,1$ ), nem ölçer cihazı ile % nem, smooth garden pH ölçüm cihazı ile pH ( $\pm 0,1$ ) her gün ölçülmüştür. Ölçüm cihazları toprağa saplandıktan 5 dk sonraki değerler esas alınmak suretiyle koşullar solucanlar için optimum seviyeye ulaşacak şekilde uygulama yapılmıştır.

İki vivaryuma 100'er adet *E. fetida* türü toprak solucanı bırakılmış, birindeki solucanlar çay (*Camellia sinensis* L.) diğerindeki solucanlar semizotu (*Portulaca oleracea* L.) ile beslenmiştir. Çay bitkisi marketlerden, semizotu da pazardan temin edilmiş, bir solucanın günlük besin ihtiyacı 0,6 g kabul edilerek, her bir vivaryuma günlük 60 g besin eklenmiştir. Bu miktar solucan yetiştiricilerinin deneyimi ve üç günlük ön denemeler neticesinde belirlenmiştir. Çay bitkisi sıcak su ile demlenip, semizotu da kıyılarak solucanlara verilmiştir. Deney sürecinde solucanlar için optimum sıcaklık ( $25^{\circ}\text{C}$ ), nem (%70), pH (6,5) 'da tutulmuştur. Besleme 30 gün boyunca devam etmiş, beslemenin başlangıcı ve sonunda solucanların boy ve ağırlıkları ölçülmüştür. Böylece solucanların mikroplastik uygulamaları öncesinde sadece tek tip organik maddeye maruz kalmaları sağlanmıştır.

### Mikroplastik Uygulamaları

Mikroplastik uygulamaları çay ve semizotu ile beslenme sonrasında 30. günde boy ve ağırlıkları alınmış olan toprak solucanları kullanılmak suretiyle başlıca dört deney düzeneği kurularak gerçekleştirilmiştir.

**a. PBP uygulaması:** Çay ile beslenmiş solucan grubundan 20 adet solucan vivaryum kabına yerleştirilmiştir. Solucanlara uygulanan mikroplastik miktarı: yem oranı; üzerinden toplam solucan ağırlığının %25'i mikroplastik ve %75'i çay bitkisi olarak belirlenmiştir. Mikroplastikler <1mm olacak şekilde yem ile birlikte karıştırılarak, günlük olarak verilmiştir. Deney 42. günde sonlandırılmıştır.

**b. PBP tekrar uygulaması:** Çay bitkisi ile beslenmiş solucan grubundan 20 adet solucan deney düzeneğine yerleştirilmiştir. Deney protokolü PBP uygulamasında olduğu gibi uygulanmış, farklı olarak 42. ve deneyin sonlandırıldığı 84. günde ölçümler gerçekleştirilmiştir.

**c. PMMA uygulaması:** Semizotu ile beslenen solucan grubuna uygulanan deney protokolü PBP uygulamasında anlatıldığı gibidir, farklı olan sadece PMMA ve semizotu uygulamasıdır.

**d. PS uygulaması:** Semizotu ile beslenen solucan grubundan 20 adet birey, 20x6 cm boyutundaki polistiren vialler içine yerleştirilmiştir. %25/%75 polistiren vialerin ağırlığı/semizotu ağırlığı olacak şekilde ayarlanmıştır.

### Boy ve Ağırlık Ölçümleri

Çay ve semizotu ile beslenen stokta tutulan 100'er adet solucanın boy ve ağırlıkları başlangıç ve 30. günde ölçülmüştür. Boy ölçümleri nemli kurutma kâğıdı üzerine konularak  $\pm 0,01$  mm hassasiyetli kumpas ile ağırlıkları ise  $\pm 0,01$  mg hassasiyetli Precisa marka 0,01g hassas terazi ile yapılmıştır. Kontrol grubu, PBP, PMMA ve PS gruplarında mikroplastik uygulaması öncesinde (n=20), 21. ve 42. gün (n=10), PBP tekrar grubunda ise başlangıç (n=20), 42. gün (n=10) ve 84. gün (n=10) sonunda solucanların boy ve ağırlık ölçümleri yukarıda belirtildiği gibi aynı yöntem ile yapılmıştır.

Çay bitkisi ve semizotu ile beslenen ve hiçbir mikroplastik ve başka bir besi ortamına maruz bırakılmayan solucanların 30 günlük süreçte ortalama boy ve ağırlıkları arasında fark olup olmadığı iki yönlü (bitki çeşidi ve süreç) varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir. ANOVA testi uygulanmadan önce boy ve ağırlık verilerinin normal dağılım gösterdiği Shapiro test ile test edilmiştir ( $p>0,05$ ). Semizotu ile beslenen solucanlarda PMMA ve PS gruplarında başlangıçta, 21 gün sonra ve 42 gün sonra ölçülen ortalama boy ve ağırlık değerleri arasında fark olup olmadığı iki yönlü (süreç ve plastik çeşidi) ANOVA ile PBP ve PBP tekrar uygulamasında solucanlarda kısa ve uzun dönemde ölçülen ortalama boy ve ağırlıkları arasında fark olup olmadığı tek yönlü (süreç) ANOVA ile test edilmiş, TUKEY HSD testi ile hem boy hem de ağırlık için grup ortalamaları karşılaştırılmıştır. Bu analizler Studio R (R Studio Team, 2020) stats (version 4.0.2) paketi kullanılarak yapılmıştır (Chambers ve ark., 1992). Aynı programda ggplot2, ggpubr, psych ve tidyverse paketleri ile grafikler çizilmiştir (R Core Team, 2020).

### Bulgular

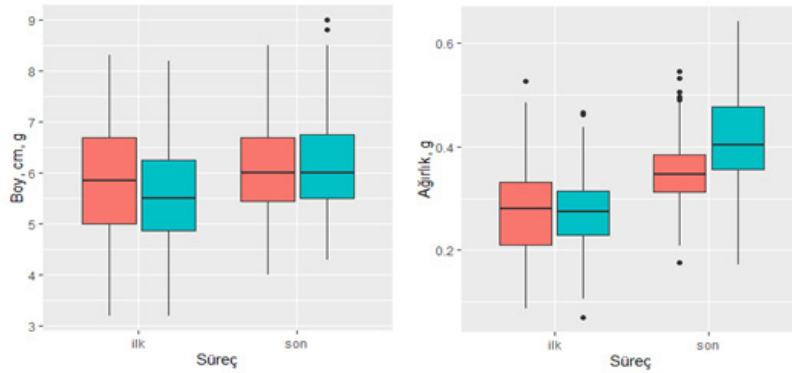
Semizotu (*P. oleracea*) ile beslenen solucanlarda otuz günlük süreçte en yüksek boy (%11), ve ağırlık (%53) artışı gözlenirken, çay bitkisi (*C. sinensis*) ile beslenen solucanlarda boy ve ağırlık artışı sırasıyla % 4 ve % 29 olmuştur (Tablo 1). Çay bitkisi ve semizotu ile beslenen solucanların ilk gün ve 30 gün sonunda ölçülen ortalama boyları arasında besin çeşidi açısından istatistik olarak önemli bir farklılık olmamakla birlikte ( $p>0,05$ ) süreç bakımından farklılık vardır ( $p<0.001$ , Tablo 2).



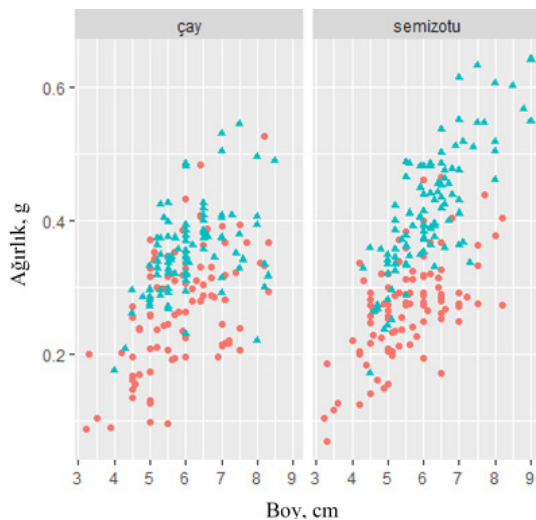
Solucanların ortalama ağırlıkları ise hem bitki çeşidi hem de süreç bakımından istatistik olarak önemli bir farklılık göstermiştir ( $p < 0,001$ , Tablo 2). Her iki besin grubu ile beslemede solucan örneklerinin büyüme parametrelerinde bir artış görüldüğü, bu artışın semizotu ile beslenmede daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 1 ve 2). Bu süreçte her iki besi ortamında solucanların üremelerinin de devam ettiği ve kokon oluşumlarının mevcut olduğu gözlenmiştir.

**Tablo 1.** Mikroplastik absorpsiyonuna maruz bırakılmamış çay ve semizotu ile zenginleştirme işlemi uygulanan *E. fetida* örneklerinin ortalama boy (TL, cm) ve ortalama ağırlık (W, g)  $\pm$  standart sapma değerleri

Parametre	N	1. Gün	N	30. Gün
<b>Çay</b>				
TL	96	5,9 $\pm$ 1,13	91	6,09 $\pm$ 1,01
W	96	0,3 $\pm$ 0,09	91	0,35 $\pm$ 0,07
<b>Semizotu</b>				
TL	100	5,55 $\pm$ 1,08	99	6,18 $\pm$ 1,02
W	100	0,27 $\pm$ 0,07	99	0,41 $\pm$ 0,09



**Şekil 1.** Mikroplastik uygulama öncesi çay ve semizotu bitkileri ile beslenen solucanların ilk gün ve 30 gün sonrasında ölçülen ortalama boy ve ağırlık değerlerini gösteren kutu grafikleri. Kırmızı çay, turkuaz semizotu besi ortamında yetişen solucanları göstermektedir.



**Şekil 2.** Çay ve Semizotu ortamında beslenen solucanların başlangıç (kırmızı yuvarlak) ve 30. günde (yeşil üçgen) kaydedilen boy (cm) - ağırlık (g) ilişkisi

Mikroplastığe maruz bırakılan solucanların uygulama başlangıcından sonuna kadar ortalama boylarında % 4 - % 7 oranında bir artış gözlenirken, ağırlıklarında ise bazı gruplarda artış (PBP %10, PBP tekrar % 6) gözlenirken PMMA ve PS gruplarında ağırlıklarında ya çok az % 0,5 ve %-19 kadar bir azalma olmuştur (Tablo 3). PBP tekrar grubunda deney daha küçük solucan grubu ile başlamış (Tablo 3, Şekil 3), ilk 42 günde hızlı bir boy ve ağırlık artışından (sırasıyla % 25,9 ve % 31,7) sonra bu artış boy ve ağırlıkta sırasıyla %2 ve %0'a gerilemiştir (Tablo 3). Mikroplastik uygulamalarına maruz bırakılan solucanların boy-ağırlık grafiklerine bakıldığında büyüme parametrelerinin PBP grubunda en az olmak üzere diğer gruplarda daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4). Uzun süreli pigment maruziyetinin *E. fetida* türü toprak solucanının büyüme parametrelerini olumsuz yönde etkileyebileceği söylenebilir. Bununla birlikte her iki PBP uygulamasında da solucanlarda üreme ve kokon oluşumu gözlenmiştir. Ayrıca diseksiyon yapılan solucanların sindirim kanalında pigment mikroplastiklerine rastlanmıştır (Şekil 5).

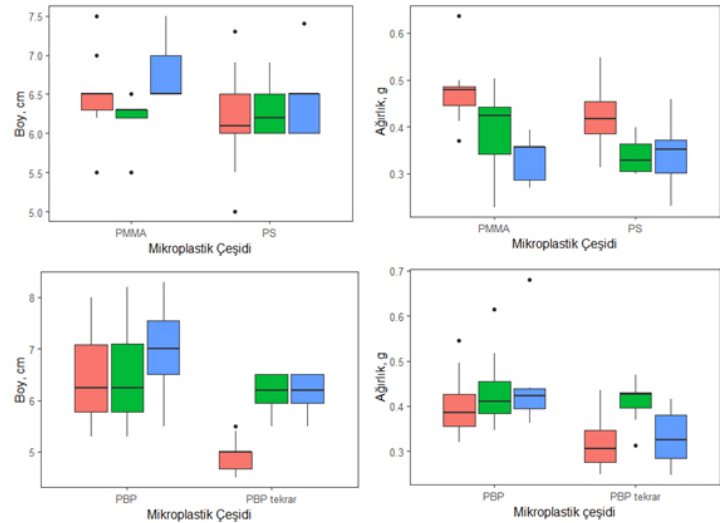
**Tablo 2.** Mikroplastik uygulama öncesi çay ve semizotu bitkileri ile beslenen solucanların ilk gün ve 30 gün sonrasında ölçülen ortalama boy ve ağırlık değerlerinin iki yönlü ANOVA sonuçları

Solucanların Boyu, cm					
Gruplar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Bitki	1,00	1,30	1,29	1,14	>0,05
Süreç	1,00	17,90	17,93	15,88	<0,001
Bitki:Süreç	1,00	4,00	4,02	3,56	>0,05
Toplam	382,00	431,20	1,13		
Solucanların ağırlığı, g					
Bitki	1,00	0,10	0,10	15,36	<0,001
Süreç	1,00	1,22	1,22	184,24	<0,001
Bitki:Süreç	1,00	0,10	0,10	14,75	<0,001
Toplam	382,00	2,52	0,01		

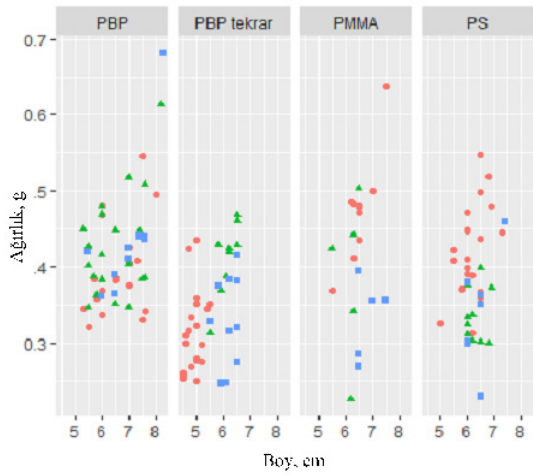
**Tablo 3.** Mikroplastik absorpsiyonuna maruz bırakılmış *E. fetida* örneklerinin ortalama boy (TL, cm) ve ortalama ağırlık (W, g)  $\pm$  standart sapma değerleri

	N	1. Gün	N	21. Gün	N	42. Gün
<b>PMMA+semizotu</b>						
TL	10	6,48 $\pm$ 0,52	5	6,16 $\pm$ 0,39	5	6,80 $\pm$ 0,45
W	10	0,48 $\pm$ 0,07	5	0,39 $\pm$ 0,11	5	0,33 $\pm$ 0,05
<b>PS+semizotu</b>						
TL	20	6,18 $\pm$ 0,53	10	6,31 $\pm$ 0,34	7	6,41 $\pm$ 0,50
W	20	0,42 $\pm$ 0,06	10	0,34 $\pm$ 0,04	7	0,34 $\pm$ 0,07
<b>PBP+çay</b>						
TL	20	6,46 $\pm$ 0,84	20	6,48 $\pm$ 0,87	10	6,94 $\pm$ 0,84
W	20	0,40 $\pm$ 0,06	20	0,43 $\pm$ 0,07	10	0,44 $\pm$ 0,09
<b>PBP tekrar + çay</b>						
	N	1.Gün	N	42.Gün	N	84.Gün
TL	20	4,90 $\pm$ 0,29	10	6,17 $\pm$ 0,35	10	6,17 $\pm$ 0,34

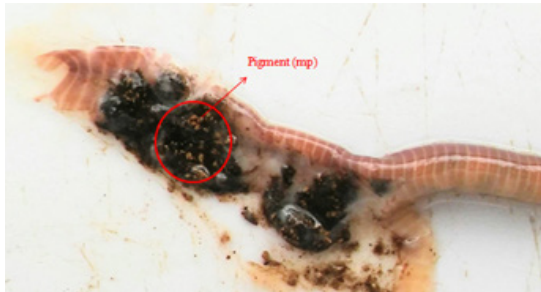
Mikroplastik uygulamaları, süreç ve her iki faktör birlikte mikroplastik maruziyetine bırakılan iki grup solucanın ortalama boylarının farklılaşmasında etkili olmamıştır ( $p>0,05$ ), solucanların ortalama ağırlık değerlerinin gruplar arasında farklılaşmasında süreç etkili olmuştur (Tablo 4). Yapılan TUKEY testi sonucuna göre ağırlık bakımından PS ile PMMA ( $p<0,001$ ) ve süreç bakımından başlangıç ve 42. gün ile başlangıç ve 84. günler ( $p<0,001$ ) arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Bununla birlikte PBP ve PBP tekrar uygulamasında süreç açısından ortalama boy ve ortalama ağırlık değerleri arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuş (Tablo 5), yapılan TUKEY testinde ortalama boy değerleri için başlangıç-42.gün ( $p<0,05$ ) ve başlangıç-84 gün ( $p<0,001$ ) arasındaki farklılık ve ortalama ağırlık değerleri için başlangıç-42.gün ( $p<0,001$ ) değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (Şekil 3).

**Şekil 3.** Mikroplastik uygulaması yapılan solucan gruplarının uygulama sürecinde ölçülen ortalama boy ve ağırlık değerleri kırmızı başlangıç, yeşil 21. gün, mavi 42. gün (PBP tekrar uygulamasında yeşil ve mavi sırasıyla 42. gün ve 84. gün ölçümlerini ifade etmektedir).**Tablo 4.** PMMA ve PC'e maruz bırakılan solucanların başlangıç, 21. ve 42. günde ölçülen ortalama boy ve ağırlık değerlerinin iki yönlü ANOVA sonuçları

	N	1. Gün	N	21. Gün	N	42. Gün
<b>Solucanların Boyu, cm</b>						
Gruplar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P	6,80 $\pm$ 0,45
Mikroplastik Uygulamaları	1	0,62	0,62	2,68	>0,05	0,33 $\pm$ 0,05
Süreç	2	0,76	0,38	1,65	>0,05	6,41 $\pm$ 0,50
Mikroplastik Uygulamaları:Süreç	2	0,57	0,28	1,24	>0,05	0,34 $\pm$ 0,07
Toplam	51	11,71	0,23			6,94 $\pm$ 0,84
<b>Solucanların ağırlığı, g</b>						
Mikroplastik Uygulamaları	1	0,02	0,02	3,57	>0,05	84.Gün
Süreç	2	0,13	0,07	15,60	<0,001	6,17 $\pm$ 0,34
Mikroplastik Uygulamaları:Süreç	2	0,01	0,004	0,9911	>0,05	
Toplam	98	0,44	0,004			



**Şekil 4.** Çeşitli mikroplastik maruziyetine bırakılan solucanların başlangıç (kırmızı yuvarlak) ve 21. gün (yeşil üçgen) ve 42. Gün (mavi kare) kaydedilen boy (cm) - ağırlık (g) ilişkisi (PBP tekrar uygulamasında yeşil ve mavi sırasıyla 42. gün ve 84. gün ölçümlerini ifade etmektedir).



**Şekil 5.** *E. fetida* türü solucanın sindirim kanalında PBP parçacıkları

Solucanların Boyu, cm					
Gruplar	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Süreç	1	13,49	6,74	8,91	<0,001
Toplam	87	65,87	076		
Solucanların ağırlığı, g					
Süreç	2	0,07	0,04	6,69	<0,05
Toplam	87	0,44	0,004		

**Tablo 5.** PBP ve PBP tekrar uygulamasına maruz bırakılan solucanların 21 günlük ara ile üç dönemde ölçülen ortalama boy ve ağırlık değerlerinin 42 günlük ara ile üç dönemde ölçülen ortalama boy ve ağırlık değerlerinin tek yönlü ANOVA sonuçları

## Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada mikroplastik maruziyetine bırakılan *E. fetida* türü toprak solucanlarının büyüme parametrelerine etkileri incelenmiştir. Solucanların semizotu besi ortamında daha iyi büyüme performansı gösterdikleri gözlenmiş ve semizotu solucanlar için iyi bir besi ortamı olmuştur. Semizotu kadar iyi besi ortamı olmamasına rağmen PBP ile birlikte uygulanan çay besi ortamında özellikle 42. günde her iki tekrar denemede de benzer şekilde ağırlıklarında artış olmuştur. Bu artış PBP'nin solucanlar tarafından

besin olarak tüketilebileceğini düşündürmektedir. Ancak bu çıkarımdan önce bağırsaklardan PBP absorpsiyonunu gösterecek bilimsel çalışmaların yapılması önerilir.

Un kurtlarının (*Tenebrio molitor*) PS'yi besin olarak tükettiklerine dair çalışma bulunmaktadır (Yang ve ark 2015). Ancak bu çalışmada PS besi ortamında *E. fetida* bireylerinin gelişmedikleri görülmüş ve PS'yi besin olarak tüketmedikleri sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte PS *E. fetida* bireylerine mikroplastik olarak verilmemiş, sadece yaşama ortamı olarak sunulmuştur. PS'nin besin olarak kullanılabilirliğinin canlılara mikroplastik boyutlarında veya en azından tüketilebilecek boyutlarda veya şekillerde sunulmak suretiyle tekrar test edilmesi önerilir.

PBP uygulamasında 42. günde boy ve ağırlıklarda önemli artışlar gözlenmiştir, ancak 84. günde yapılan ölçümlerde ortalama ağırlıktaki azalma besin yetersizliği veya mikroplastığın negatif etkilerinden kaynaklanmış olabilir. Mikroplastik etkisini anlamak için bu denemelerin daha uzun süreli planlanarak tekrarlanması önerilir.

PMMA uygulamasında solucanların ortalama boy değerlerinde artış gözlenirken ortalama ağırlık değerlerindeki azalma, ortamdaki PMMA'nın solucanların beslenmesini olumsuz etkilemesi (sindirim kanalını tıkanma, toksik etki vs.) ya da besin yetersizliği olabilir. PMMA stres koşullarında kokon ve larva oluştuğu gözlenmiştir. Savaş pilotlarında

PMMA kaynaklı yaralanmalarda PMMA'nın vücutta herhangi bir hasara yada enfeksiyona neden olmadığı anlaşılmış ve doku içinde de kullanılmaya başlanmıştır (Kümbüloğlu ve Oral, 2013). PMMA'nın mekanik hasara uğramasıyla toksik monomer MMA (metil metakrilat)'ın ortaya çıktığı bilinmektedir (Ciszewska ve ark., 1997). Jones ve ark. (2001) implant yapımında kullanılan PMMA'nın dokulardaki hasarını incelemiş ve analiz sonucunda dokulardaki bir mikron altı partiküllerin membran içinde bulunan hücreler tarafından kolayca fagosite olduğunu göstermiştir. PMMA'nın

farelerde bağışıklık sistemini etkilediği (Frick ve ark., 2006), solucanları strese soktuğu ve bu sebeple enzim aktivitesini arttırdığı, solucanların bağırsaklarında histopatolojik zararlara yol açtığı kaydedilmiştir (Rodriguez-Seijo ve ark., 2017). Bu çalışmada PMMA'nın enzim aktivitesi ve histolojik incelemeleri üzerine çalışma yapılamamıştır. Mikroplastik besi ortamı maruziyetine bırakılan solucanlarda meydana gelen ağırlık kayıpları, canlıların sindirim kanalındaki hasarlar sebebiyle olabilir. Bu nedenle solucanlara veya başka model canlılara besin kaynağı olarak farklı dozlarda PMMA uygulamak suretiyle PMMA'nın toksik etkilerine dair, absorpsiyon yolları, enzim aktiviteleri ve histopatolojik sonuçları üzerine çalışmalar yapılması önerilir.

### Teşekkür

Bu çalışma Elif Menteş'in Yüksek Lisans tez çalışmasının bir bölümüdür ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri

### Kaynaklar

- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8): 1596-1605.
- Aydın, H. (2006). Toprak solucanlarının çevre toksikolojisi yönünden değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 32(3): 75-79.
- Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C. & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526): 1985-1998.
- Besseling, E., Wang, B., Lürling, M. & Koelmans, A. A. (2014). Nanoplastic affects growth of *S. obliquus* and reproduction of *D. magna*. *Environmental Science & Technology*, 48(20): 12336-12343.
- Chambers, J. M., Freney, A. & Heiberger, R. M. (1992). Analysis of variance; designed experiments. Chapter 5 of Statistical Models in Eds. J. M. Chambers & T. J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole.
- Christaki, U., Dolan, J. R., Pelegri, S. & Rassoulzadegan, F. (1998). Consumption of picoplankton-size particles by marine ciliates: Effects of physiological state of the ciliate and particle quality. *Limnology and Oceanography*, 43(3): 458-464.
- Ciszewska, J., Kecik, T., Legec, E., Zydecki, M. & Switka-Wieclawska, I. (1997). Does Nd: YAG laser beam damage to artificial intraocular lenses cause depolymerization of PMMA?. In Laser Technology V: Applications in Medicine and Ecology International Society for Optics and Photonics, 3188: 112-115.
- Do Sul, J. A. I. & Costa, M. F. (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental Pollution*, 185: 352-364.
- Frick, C., Dietz, A. C., Merritt, K., Umbreit, T. H. & Tomazic-Jezic, V. J. (2006). Effects of prosthetic materials on the host immune response: Evaluation of Polymethyl Methacrylate (PMMA), Polyethylene (PE), and Polystyrene (PS) particles. *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, 16(6): 423-433.
- Gall, S. C. & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1): 170-179.
- Goldstein, M. C., Rosenberg, M. & Cheng, L. (2012). Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect. *Biology Letters*, 8(5): 817-820.
- Green, D. S., Boots, B., Sigwart, J., Jiang, S. & Rocha, C. (2016). Effects of conventional and biodegradable microplastics on a marine ecosystem engineer (*Arenicola marina*) and sediment nutrient cycling. *Environmental Pollution*, 208: 426-434.
- Huerta Lwanga, E., Gertsen, H., Gooren, H., Peters, P., Salánki, T., Van Der Ploeg, M., Besseling, E., Koelmans, A. A. & Geissen, V. (2016). Microplastics in the terrestrial ecosystem: implications for *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta, Lumbricidae). *Environmental Science & Technology*, 50(5): 2685-2691.
- Jones, L. C., Frondoza, C. & Hungerford, D.S. (2001). Effect of PMMA particles and movement on an implant interface in a canine model. *Bone & Joint Journal*, 83(3): 448-458.
- Kümbüloğlu, Ö. & Oral, O. (2013). Biomateryaller. *EU Dış Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 34(1): 27-33.
- Lambert, S., Sinclair, C. & Boxall, A. (2014). Occurrence, degradation, and effect of polymer-based materials in the environment. In *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 227: 1-53.
- Rillig, M. C., Ziersch, L. & Hempel, S. (2017). Microplastic transport in soil by earthworms. *Scientific Reports*, 7(1): 1362.

Koordinasyon birimi tarafından FYL-2017-1263 nolu proje ile desteklenmiştir.

### ETİK STANDARTLARA UYUM

#### Yazarların Katkısı

**EM**, deney düzeneklerinin kurdu, deneme sürecini takip etti, verileri topladı ve makale taslağını hazırladı. **ŞYÖ**, çalışma fikrini oluşturdu, çalışmayı tasarladı, denemelerin kurgulanmasını yaptı, istatistik analizleri yaptı ve makale taslağını düzenleyerek dergiye hazır hale getirdi. Tüm yazarlar makalenin son halini incelemiş ve dergiye sunulmayı onaylamışlardır.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

#### Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

- R Core Team, (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- R Studio Team, (2020). R Studio: Integrated development for R. R Studio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.
- Rodriguez-Seijo, A., Lourenço, J., Rocha-Santos, T. A. P., Da Costa, J., Duarte, A. C., Vala, H. & Pereira, R. (2017). Histopathological and molecular effects of microplastics in *Eisenia andrei* Bouché. *Environmental Pollution*, 220: 495-503.
- Sampedro, L. & Domínguez, J. (2008). Stable isotope natural abundances ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) of the earthworm *Eisenia fetida* and other soil fauna living in two different vermicomposting environments. *Applied Soil Ecology*, 38(2): 91-99.
- Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V. & Lehtiniemi, M. (2014). Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental Pollution*, 185: 77-83.
- Thompson, R. C., Moore, C. J., Vom Saal, F. S. & Swan, S. H. (2009). Plastics, the environment and human health: Current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526): 2153-2166.
- Van Cauwenberghe, L., Vanreusel, A., Mees, J. & Janssen, C. R. (2013). Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environmental Pollution*, 182: 495-499.
- Yang, Y., Yang, J., Wu, W. M., Zhao, J., Song, Y., Gao, L., Yang, R. & Jiang, L. (2015). Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms: Part 2. Role of gut microorganisms. *Environmental Science & Technology*, 49(20): 12087-12093.
- Wang, T., Hu, M., Song, L., Yu, J., Liu, R., Wang, S., Wang, Z., Sokolova, I. M., Huang, W. & Wang, Y. (2020). Coastal zone use influences the spatial distribution of microplastics in Hangzhou Bay, China. *Environmental Pollution*, 266: 115137.
- Wright, S. L., Thompson, R. C. & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution*, 178: 483-492.



## Effects of Grobiotic®-A on growth, whole body composition, and intestinal histology of endangered brown trout (*Salmo trutta macrostigma*)

Hatice Sönmez<sup>1</sup>, Metin Yazıcı<sup>1\*</sup>, Selmin Özer<sup>2</sup>

\*Corresponding author: [metin.yazici@iste.edu.tr](mailto:metin.yazici@iste.edu.tr)

Received: 06.11.2020

Accepted: 07.12.2020

### Affiliations

<sup>1</sup>Iskenderun Technical University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, Iskenderun Hatay, TURKEY

<sup>2</sup>Mersin University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Mersin, TURKEY

### ABSTRACT

Brown trout is a very important salmonid species with high economic value and an important aquaculture potential. Due to various reasons, it is in danger of extinction in its natural environment. For this reason, both stocking studies have been carried out in natural environments and aquaculture potential has been investigated. As functional feed additives prebiotics have been reported to have many beneficial effects on growth, survival, immune system, increased absorption in the gut, and improving the general welfare of some fish and crustaceans. The dietary supplementation of the commercial prebiotic Grobiotic®-A (Gb-A) has not been evaluated in *Salmo trutta macrostigma*. This study was planned a preliminary investigation of Gb-A prebiotic supplementation in brown trout diets. In this study, the effects of Gb-A on growth performance, gut structure, and body composition of brown trout were investigated. For this purpose, 600 fish with a mean weight of 0.43 g were used. Gb-A was applied to fish with artemia and feed. After 90 days feeding of the experimental diets, no effect on weight gain, specific growth rate, survival rate, and body structure was observed between the control and Gb-A added groups (1.4% Gb-A and 2.8% Gb-A). However, the intestinal villus length of fish fed 1.4% Grobiotic®-A was higher than fish fed the basal diet and 2.8% Grobiotic®-A. Also, lipid accumulation was observed in both Gb-A supplemented groups in the distal intestine compared to the control group.

### Keywords

Grobiotic®-A  
Prebiotic  
Functional feeds  
Artemia  
Brown trout

### Introduction

Brown trout (*Salmo trutta macrostigma*) is thought to be one of the important salmonid species with high aquaculture potential, economic value, meat quality, attractive appearance and recreational fishery (Kocabas et al., 2011; Güven et al., 2016). Natural distribution fields of Brown trouts are North Africa, Europe, West Asia and Anatolia. It was reported five subspc. in Turkey (Kocabas et al., 2015). On the other hand, it has been reported that brown trout declined in their natural environment due to various factors such as industrial and agricultural pollution and deterioration of habitats and spawning areas. Also, it was disappeared completely in some water sources (Güven et al.,

2016; Kocabas et al., 2015). As a result of all this, they have become to critically endangered fish species in inland waters. Consequently, a biological conservation projects have been progressed for *Salmo trutta macrostigma* in Turkey (Bozkurt et al., 2012; TOB, 2020). With this project, both stocking studies are performed to increase the population of brown trout in their natural habitat and researches are carried out on the aquaculture potential (Kocabas, 2011; Demir et al., 2010; Güven et al., 2016). Thus, farming of brown trout reduces pressure on wild population (Güven et al., 2016).

Fish in culture conditions are more vulnerable to diseases in larval stages. Also, they are more susceptible to physical and physiological situations

### Cite this article as

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 and Life Sciences*, 2(2): 105-112.

(Gonzales Felix et al., 2018). The fact that brown trout has a longer larval period compared to other cultivated trout species brings some difficulties in its cultivation (Demir et al., 2010; Güven et al., 2016).

Proper nutrition is one of the most important factors in the growth and health maintenance of fish. Prepared diets both provide the essential nutrients required for their physiological functions and mediate the intake of other components that may affect the health of the fish (Li and Gatlin, 2004).

Nowadays, interest in environmentally friendly new applications such as immunostimulants,  $\beta$ -glucan, chitin, probiotic, and prebiotics as an alternative to antibacterial drugs to increase growth performance in aquaculture and prevent diseases has increased (Defoirdt et al., 2011; Dimitroglou et al., 2011; Akrami et al., 2012; Ringo et al., 2014; Hoseinifar et al., 2015; Dawood and Koshio, 2016; Doan et al., 2016; Guardiola et al., 2018; Lieke et al., 2020). These substances, also called functional feed additives, have been reported to provide improvement in immunity, feed evaluation and growth performance, although they are added to the diets in very small amounts (Ganguly et al., 2013).

Due to these various advantages, it will be one of the important research areas to identify the factors associated with diseases and optimize health with biotechnological methods in the future (Ringo et al., 2014). One of the prominent methods in this field is adding prebiotics to feeds. The definition of prebiotics, first presented to the scientific world by Gibson and Roberfroid (1995), was updated by FAO and defined as "non-living nutrient components that benefit host health in connection with the regulation of the microbiota" (Hutkins et al., 2016).

Grobiotic<sup>®</sup>-A (GbA) used in this study is a commercial prebiotic (International Ingredient Corporation, St. Louis, MO, USA) that is a mixture of partially autolyzed brewer's yeast, dried fermentation products, and dairy ingredients (Li and Gatlin, 2004; Burr et al., 2009; Anguiano et al., 2013; Adel et al., 2016; Rossi et al., 2017). Gb-A has been used in diets for several cultured aquatic organisms. Previous researches with many fish species and some animals such as poultry and swine have been shown that Gb-A-A has the potential to provide many benefits including enhanced resistance of disease against some bacterial (Sink et al., 2008; Zheng et al., 2011) and parasitic (Buentello et al., 2010) pathogens, improved growth performance (Li and Gatlin, 2005; Buentello et al., 2010; Adel et al., 2017), enhanced nonspecific immune responses

(Buentello et al., 2010; Zhou et al., 2010), and changes in the intestinal morphology (Rossi et al., 2017; Yazıcı et al., 2020).

Several studies have been conducted on brown trout in areas such as reproductive biology, taxonomy, morphological characteristics, determination of stocks, production, and feeding under controlled conditions (Demir et al., 2010; Kocabas et al., 2011; Oz and Dikel, 2015). There are no studies on the effect of the Grobiotic<sup>®</sup>-A (Gb-A) prebiotic on brown trout. In this study, it was aimed to determine the effects of Gb-A prebiotic on growth performance, body composition and intestinal histological structure of brown trout in the larval stage.

## Material and Methods

### Experimental Fish and Culture Conditions

The study was carried out at Çamlıyayla Bahçe Natural Trout Production Station located in Tarsus district of Mersin province, affiliated to the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks. In the study, a total of 600 brown trout larvae with yolk-sacs (mean weight:  $0.43 \pm 0.01$  g) were used. The measurement of the tanks was  $50 \times 25 \times 15$  cm and 50 fish per tank were placed 12 tanks randomly. Springwater was used in the current study. Water parameters (temperature, dissolved oxygen) were regularly measured with YSI 550A dissolved oxygen instrument. Water temperature and dissolved oxygen were measured as  $10.3 \pm 0.4^\circ\text{C}$  and  $7.9 \pm 0.2$  mg L<sup>-1</sup>, respectively. This study was carried out in 4 replications and natural photoperiod was applied. Fish were acclimated to the rearing system for 2 weeks before starting the experiment.

### Preparation of the Experimental Diets

The Gb-A used in this study was added to diets in three different levels (control 0%, 1.4%, and 2.8%), and four replicates.

### Artemia hatching and enrichment process with Gb-A

Incubation of artemia cysts (1 g L<sup>-1</sup>) (Artemia SepArt EG >250000 np g<sup>-1</sup>, INVE Aquaculture Inc.) were performed in 150 L tank (roughly 35-36 ppt) filtered by an ultraviolet (UV) filter at  $28-30^\circ\text{C}$  with continuous aeration and illumination (Naz, 2008). Following 24 h, the nauplii were collected and washed with tap water. Enrichment process was done in 5 L glass jar. During enrichment, artemia was added at 400 nauplii mL<sup>-1</sup> with gentle aeration to ensure a homogeneous distribution. The nauplii

were enriched with different amounts of Gb-A (1.4 g L<sup>-1</sup> and 2.8 g L<sup>-1</sup>). Enrichment was carried out twice, at the beginning of the incubation period (time 0) and after 12 hours (both times half of the total amounts). Each enrichment process was conducted in triplicate (Naz, 2008). No Gb-A was added to the control artemia group.

### Preparation of feed diet with Gb-A

Grobiotic®-A (Gb-A) have been added to commercial 500-900 µm sizes granular trout feed (Skretting Turkey,) according to the literature and the manufacturer's recommendations. No Gb-A was added to the control feed group. The addition of Gb-A to feeds was carried out in the fish feeding unit of Iskenderun Technical University, Faculty of Marine Sciences and Technology. The commercial feeds were placed into the 3D-Mixer Alphie1 (Hexagon Product Development Pvt. Ltd. India) with Gb-A and stirred for 30 min at 80 rpm. Feed sizes were adjusted according to fish measurements in 15-day periods. Fish were fed 4 times a day ad libitum. All diets were prepared at the same time and kept in sterile plastic bags at 4°C until used.

### Design of the Experiment

Two interconnected feeding trials were carried out as shown in Table 1 using artemia and commercial feed to evaluate different levels of Gb-A in the brown trout diet. Fish larvae were fed with artemia during the adaptation. The larvae that consumed 75% of the yolk-sac was fed with commercial artemia and Gb-A-enriched artemia until the 15<sup>th</sup> treatment day. Upwards the 15<sup>th</sup> day, fish were fed with a decreasing amount of Gb-A enriched artemia and an increasing amount of Gb-A added feed diets every 15 days. After 2 months, only Gb-A added feed diets were given to fish until the end of the experiment (Table 1).

### Evaluation of Growth Parameters

At the end of the growth trial, all fish were fasted for 24 h, and then they were weighed and counted for calculation of WG, Specific Growth rate (SGR), Feed Conversion Ratio (FCR) and survival (Wang et al., 2016). Fish were bulk weighed at the beginning and end of the trial, and survival was followed daily (Gonzales-Felix et al., 2018). Fish were anesthetized with clove oil (5 mg/L). The growth performance parameters of the fish were evaluated on day 0<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup>, 30<sup>th</sup>, 45<sup>th</sup>, 60<sup>th</sup>, 75<sup>th</sup>, and 90<sup>th</sup>. The following formulas were used to calculate the growth parameters and feed consumption of fish (Hoseinifar et al., 2013; Gonzales-Felix et al., 2018):

$$[\text{Weight gain (WG, g)} = (\text{final weight} - \text{initial weight})]$$

$$[\text{Feed conversion ratio (FCR)} = \text{weight gain/feed intake}]$$

$$[\text{Specific growth rate (SGR, \% day}^{-1}\text{)} = (\ln \text{ final weight} - \ln \text{ initial weight}) / (\text{times (days)} \times 100)]$$

$$[\text{Survival (\%)} = (\text{final animal} \times 100) / \text{initial animal}]$$

### Proximate Compositions

#### *Artemia proximate analysis*

Artemia samples for the proximate composition analyses were taken, sieved washed with distilled water and immediately stored at -20°C until the analysis stage.

#### *Whole body and diet proximate composition*

At the end of the feeding trial, fish in each treatment was group weighed and sampled following 24 h of feed deprivation. Ten representative fish from each tank were euthanized with an overdose of clove oil, frozen at -20°C, and afterwards homogenized for proximate analysis to determine crude protein, lipid, and ash in whole-body tissue (AOAC, 2005).

**Table 1.** The experimental feeding schedule throughout the rearing period

Treatment Days	Post hatching days	Artemia enriched Gb-A			Diet containing Gb-A		
		0 GB-A (%)	1.4 GB-A	2.8 GB-A	0 GB-A	1.4 GB-A	2.8 GB-A
1 <sup>th</sup> day	40 <sup>th</sup> day	100%	100%	100%	-	-	-
15 <sup>th</sup> day	55 <sup>th</sup> day	75%	75%	75%	25%	25%	25%
30 <sup>th</sup> day	70 <sup>th</sup> day	50%	50%	50%	50%	50%	50%
45 <sup>th</sup> day	85 <sup>th</sup> day	25%	25%	25%	75%	75%	75%
60 <sup>th</sup> day	100 <sup>th</sup> day	-	-	-	100%	100%	100%
75 <sup>th</sup> day	115 <sup>th</sup> day	-	-	-	100%	100%	100%
90 <sup>th</sup> day	130 <sup>th</sup> day	-	-	-	100%	100%	100%



Diet proximate analysis was performed similarly to fish proximate (Rossi et al., 2015).

### Histological Analysis

Following the 90 days feeding trial Gastro Intestinal Tract (GIT) samples were obtained to evaluate possible changes in the intestinal gut in response to the dietary treatments. For this, three randomly selected fish per tank was used as previously described (Betiku et al., 2018; Gonzales-Felix et al., 2018). Briefly, fish were euthanized and the digestive system was dissected to obtain the distal section of the GIT. Tissue samples taken from fish were fixed in 10% phosphate buffered formaldehyde. After fixation, manually processed tissue samples were embedded in paraffin and sliced in 4-5  $\mu\text{m}$  using Leica microtome, stained with hematoxylin-eosin (HE) staining method. The slides were examined under a light microscope (Nikon E 600) equipped with a digital camera.

### Statistical Analysis

The SPSS software (version 17.0) program was used to evaluate statistical data. Growth parameter, proximate analysis and intestinal histology results were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA). All means are presented with  $\pm$  standard deviation (SD). Post hoc Duncan multiple range test was used to determine mean differences among the treatment groups. Differences were considered significant at the 95% confidence level ( $P < 0.05$ ).

## Results

### Growth Performance

As a result of the experiment, it was observed that different growth parameters such as feed conversion rate, specific growth rate, weight gain, and survival rates were found statistically similar and there were no significant differences among the treatments groups ( $p > 0.05$ ) (Table 2). The survival rate in Gb-A supplemented groups were found higher than the control group. but was not significant.

**Table 2.** Mean and standard deviation ( $\pm$ SD) of initial weight (IW), final weight (FW), weight gain (WG), specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR), and survival of different levels of Gb-A on growth performance of brown trout (*Salmo trutta macrostigma*).

Treatments	Initial Weight	Final Weight	Weight gain	SGR	Survival rate	FCR
Control	0.43 $\pm$ 0.0	0.96 $\pm$ 0.02	0.54 $\pm$ 0.02	0.98 $\pm$ 0.04	75.20	1.03 $\pm$ 0.07
1.4% GB-A	0.44 $\pm$ 0.01	0.95 $\pm$ 0.08	0.52 $\pm$ 0.08	0.93 $\pm$ 0.10	78.50	1.02 $\pm$ 0.12
2.8% GB-A	0.43 $\pm$ 0.01	0.92 $\pm$ 0.03	0.48 $\pm$ 0.06	0.88 $\pm$ 0.08	80.50	1.03 $\pm$ 0.06

### Proximate analysis

To evaluate the nutritional effectiveness of administered prebiotic on brown trout fry, the biochemical composition of artemia, diet and body composition were analyzed. The results are presented in Table 3, Table 4 and Table 5, respectively.

#### Artemia proximate analysis

The crude protein, lipid, and ash composition of artemia enriched with Gb-A were analysed (Table 3). The content of protein in artemia increased related to the increase of the Gb-A level. However, while no statistical difference was observed in lipid ratios, a significant decrease was observed in ash ratios in parallel with increased Gb-A addition.

**Table 3.** Mean and standard deviation ( $\pm$ SD) of protein, lipid, and ash of Gb-A enriched artemia (Values in a column with different letters denote significant difference ( $P < 0.05$ )).

Artemia proximate analysis			
Treatments	Protein	Lipid	Ash
Control	44.68 $\pm$ 1.88 <sup>a</sup>	7.74 $\pm$ 1.15 <sup>a</sup>	7.21 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>
1.4 % Gb-A	50.91 $\pm$ 5.29 <sup>ab</sup>	8.24 $\pm$ 4.49 <sup>a</sup>	5.11 $\pm$ 0.35 <sup>b</sup>
2.8 % Gb-A	56.84 $\pm$ 1.55 <sup>b</sup>	9.34 $\pm$ 4.69 <sup>a</sup>	5.13 $\pm$ 0.68 <sup>b</sup>

#### Diet proximate analysis

The diet proximate composition showed no statistical differences among treatments (Table 4).

**Table 4.** Mean and standard deviation ( $\pm$ SD) of protein, lipid, and ash of Gb-A supplemented feed

Diet proximate analysis			
Treatments	Protein	Lipid	Ash
Control	56.33 $\pm$ 3.29	16.46 $\pm$ 3.53	9.74 $\pm$ 0.10
1.4 % Gb-A	56.93 $\pm$ 0.34	15.63 $\pm$ 0.93	9.76 $\pm$ 0.49
2.8 % Gb-A	57.05 $\pm$ 0.49	15.29 $\pm$ 0.78	9.67 $\pm$ 0.10

#### Body composition

Whole-body proximate composition (protein, lipid, and ash) did not observe any differences among treatments (Table 5). The crude protein content in the whole body of fish tended to increase with increasing Gb-A prebiotic but no significant differences were obtained ( $P > 0.05$ ).

**Table 5.** Mean and standard deviation ( $\pm$ SD) of protein, lipid, and ash of body composition of brown trout fry (*Salmo trutta macrostigma*) fed with diets containing 0, 1.4, and 2.8% Gb-A for 90 days. (No significant differences were observed among treatment means at  $P > 0.05$ )

Fish Proximate analysis			
Treatments	Protein	Lipid	Ash
Control	12.45 $\pm$ 1.876	1.26 $\pm$ 0.16	2.34 $\pm$ 0.33
1.4 % GB-A	13.25 $\pm$ 2.25	1.19 $\pm$ 0.13	2.17 $\pm$ 0.20
2.8 % GB-A	14.15 $\pm$ 1.98	1.33 $\pm$ 0.12	2.32 $\pm$ 0.26

### Intestinal Histology

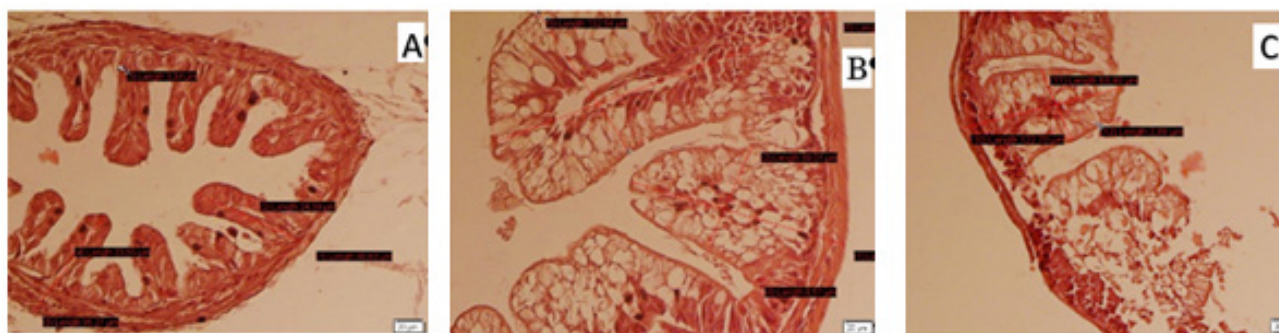
In the distal intestine, fish fed both diets containing 1.4% Gb-A (132.54 $\mu$ m) and 2.8% Gb-A (122.70  $\mu$ m) had significantly higher villus compared to fish fed with the control diet (98.63  $\mu$ m) (Figure 1 A, B, C). It was also observed that lipid accumulation was higher in the 1.4% Gb-A and 2.8% Gb-A groups compared to the control group.

### Discussion

Numerous studies have been conducted to evaluate the effects of prebiotics including MOS, FOS,

seabass (*Dicentrarchus labrax*) (Yazıcı et al., 2020), Li and Gatlin, 2004), Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Vechklang et al., 2012; Peredo et al., 2015), cutthroat trout (*Oncorhynchus clarkii lewisii*) (Sealey et al., 2015). On the other hand, it has been suggested in some studies that adding Gb-A to food provides significant improvements in growth performance (Burr et al., 2009; Zheng et al., 2011; Wang et al., 2016; Adel et al., 2017).

Also, the increase in the survival rates of fish has been noticed (Peredo et al., 2015; Adel et al., 2017). Although there were no significant statistical differences among them, the survival rate in the groups fed with feeds containing Gb-A was higher than the control group, in the present study. Besides, significant increases in the survival rate have been achieved following diseases challenge with some bacteria such as *Aeromonas hydrophila* (Zheng et al., 2011), *Flavobacterium columnare* (Sink et al., 2008), *Streptococcus iniae* and *Mycobacterium marinum* (Li and Gatlin, 2005); infectious hematopoietic virus (Sealey et al., 2007), and a parasite *Amyloodinium ocellatum* (Burr et al., 2009).



**Figure 1.** Representation of the distal intestine of *Salmo trutta macrostigma*. A: Control, B: 1.4% GB-A, C: 2.8% GB-A (HE staining, 40 X magnification; bar: 20  $\mu$ m)

GOS, inulin, Grobiotic-A and its combination with probiotics as dietary supplements in different fish and crustacean species on growth performance, immune function, and disease resistance (Ringo et al., 2010; Torrecillas et al., 2014; Akhter et al., 2015; Sealey et al., 2015; Carbone and Fagio, 2016; Guerreiro et al., 2016). However, the effects of dietary prebiotics on growth parameters and resistance to infectious fish diseases may be inconsistent. Prebiotic administrations are generally performed by addition on diet. In the current study, to our knowledge, this study was the first attempt to research the effects of feeding artemia enriched with Gb-A in brown trout.

In the present study, it was noted that 1.4% or 2.8% dietary supplementation of Gb-A did not affect brown trout's WG, SGR, survival rate and FCR. This was consistent at previous studies on

The body composition of fish plays a vital role as it affects fish growth and survival of cultured species (Hoang, 2019). The whole-body composition is associated with several factors such as life stage, species, and feeding. The nutritional and health status of species in aquaculture can often be predicted by determining their body composition such as protein and lipid. It was indicated that ingredients of diet and their nutritional values affect the effectiveness of supplemented prebiotics of fish in different rearing conditions (Ghafarifarsani et al., 2020). It is important to get information about the proximate composition of fish and the factors affecting the proximate composition may provide determine of fish health, and assessment of efficiency of transfer of nutrients from the feed to the fish. So it may be possible to predictably modify carcass composition (Shearer, 1994).

In the present study, no significant differences

were observed in whole-body composition (Table 5) of brown trout after 90 days feeding with 1.4% and 2.8% Gb-A supplemented diets. These results were consistent with previous studies in Nile tilapia (Zheng et al., 2011; Vechklang et al., 2012), and sturgeon (Adel et al., 2017).

Contrary to our findings, Azari et al. (2013) reported that proximate analysis showed significant ( $P < 0.05$ ) differences in rainbow trout muscle protein, lipid, ash, and moisture contents of all the treatments. They suggested that the inclusion of Gb-A (%1-3) in rainbow trout diets may help to positively change in body composition by reducing the fat content.

It has been proposed that changes in intestinal morphology have major impacts on nutrient absorption and metabolism, as higher intestinal villi length may increase the absorption of surface area (Bae et al., 2020). It has been indicated that some of the prebiotics in the diets may cause significant differences in gastrointestinal morphology in some fish and crustacea (Anguiano et al., 2013). It is stated that structural changes in the intestine may be related to the production of short-chain fatty acids by the microbial fermentation of prebiotics. In addition, the gut surface is one of the important parameters used to assess the health of aquaculture species (Hoang, 2019).

In the present study, the addition of prebiotics affected the intestinal histological structure. In the microphotographs of the distal section of the intestines of the brown trout fries, it was measured that the villi were both longer and wider in the experimental group than the control group. Moreover, it was observed that lipid accumulation was higher in 1.4% Gb-A and 2.8% Gb-A compared to the control group. The villus length was 98.63  $\mu\text{m}$  in the control group, while it was 132.4  $\mu\text{m}$  and 122.70  $\mu\text{m}$  in the 1.4% Gb-A and 2.8% Gb-A groups, respectively. These results are similar with Anguiano et al. (2013) who reported an increase in intestinal villi of red drum (*S. ocellatus*) fed for 4 weeks with diets containing 2% Gb-A. However, Yazıcı et al. (2020) reported that the increase of the Gb-A rate in the diet negatively affects the histological structure of the seabass intestine. Contrary to our findings, no noticeable changes in the distal intestine of red

drum fed with diets supplemented with different prebiotics (Zhou et al., 2010). It has been suggested that some of the differences in fish may be related to dietary preferences, gut microbiota, and changes in gut structure and length, which may explain the observed differences in fish (Peredo et al., 2015).

## Conclusion

In conclusion, results of this study showed that the weight gain, whole-body proximate composition and survival of brown trout after 90 days of feeding were not significantly affected by dietary supplementation of 1.4% and 2.8% Gb-A. However intestinal structure was affected in the treatment groups.

This research has been a preliminary investigation for the GroBiotic®-A prebiotic supplementation in brown trout diets. Further investigation of the effects of Gb-A on diverse life stages, challenges to stress factors or pathogens, intestine microbiota, and immunity-related gene expression is required to fully elucidate the effectiveness of Gb-A within different supplemental levels.

## Acknowledgement

We appreciate Prof. Dr. Delbert M. Gatlin and International Ingredient Corporation (St. Louis, MO) for kindly providing GroBiotic®-A. We are grateful to Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry Nature Conservation and National Parks General Directorate for allowing us to use the facilities located in Tarsus opportunities. We also thank Dr. R. Eda Yardimci (University of Istanbul, Faculty of Aquatic Sciences) for her contribution to histological studies.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

Authors contributed equally to this paper.

### Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

For this type of study, formal consent is not required.

## 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(5): 825-831.
- Adel, M., Safari, R., Yeganeh, S., Binaii, M., Ghiasi, M. & Ahmandvand, S. (2017). Effect of dietary GroBiotic®-A supplementation as a prebiotic on the intestinal microflora, growth performance, haemato-serological parameters, survival rate and body composition in juvenile beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1754). *Aquaculture Nutrition*, 23(3): 492-499.
- Akhter, N., Wu, B., Memon, A. M. & Mohsin, M. (2015). Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: A review. *Fish and Shellfish Immunology*, 45: 733-741.

- Akrami, R., Chitsaz, H., Hezarjaribi, A. & Ziaei, R. (2012). Effect of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance and immune response of gibel carp juveniles (*Carassius auratus gibelio*). *Journal of Veterinary Advances*, 2(10): 507-513.
- Anguiano M., Pohlenz C., Buentello A. & Gatlin, D. M. III. (2013). The effects of prebiotics on the digestive enzymes and gut histomorphology of red drum (*Sciaenops ocellatus*) and hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). *British Journal of Nutrition*, 109(4):623-629.
- AOAC (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International.
- Azari, A., Hashim, R., Takami, G. A. & Roohi, A. (2013). Effect of increasing dietary prebiotic GroBiotic®-A concentration on growth performance, body indices and haematological parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerling. *Ecopersia*, 1(3): 393-406.
- Bae, J., Hamidoghli, A., Won, S., Choi, W., Lim, S. G., Kim, K. W., Lee, B. J., Hur, S. W. & Bai, S. C. (2020). Evaluation of seven different functional feed additives in a low fish meal diet for olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 525: 735333 <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735333>.
- Betiku, O. C., Yeoman, C. J., Gibson Gaylord, T., Duff, G. C., Hamerly, T., Bothner, B., Block, S. S. & Sealey, W. M. (2018). 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.
- Bozkurt, Y., Yavas, İ. & Karaca, F. (2012). Cryopreservation of brown trout (*Salmo trutta macrostigma*) and ornamental koi carp (*Cyprinus carpio*) sperm. In I. I. Katkov (Ed.), *Current Frontiers in Cryopreservation*, 2: 293-304. InTech. <https://doi.org/10.5772/2528>
- Buentello, J. A., Neill, W. H. & Gatlin III, 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.
- Burr, G. & Gatlin, D. M. III (2009). Effects of the prebiotics Gro-Biotic-A and inulin on the intestinal microbiota of red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Journal of World Aquaculture Society*, 40: 440-449.
- Carbone, D. & Faggio, C. (2016). Importance of prebiotics in aquaculture as immunostimulants. Effects on immune system of *Sparus aurata* and *Dicentrarchus labrax*. *Fish and Shellfish Immunology*, 54: 172-178.
- Dawood, M. A. O. & Koshio, S. (2016). Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review. *Aquaculture*, 454: 243-251.
- Defoirdt, T., Sorgeloos, P. & Bossier, P. (2011). Alternatives to antibiotics for the control of bacterial disease in aquaculture. *Current Opinion in Microbiology*, 14:251-258.
- Demir, O., Gülle, İ., Gümüş, E., Küçük, F., Günlü, A. & Kepene, K. (2010). Some reproductive features of brown trout (*Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858) and its larval development under culture conditions. *Pakistan Veterinary Journal*, 30(4): 223-226.
- Dimitroglou, A., Merrifield, D. L., Carnevali, O., Picchiotti, S., Avella, M., Daniels, C., Güroy, D. & Davies, S. J. (2011). Microbial manipulations to improve fish health and production-A Mediterranean perspective. *Fish & Shellfish Immunology*, 30: 1-16.
- Doan, H. V., Hoseinifar, S. H., Tapingkae, W., Tongsiri, S. & Khamtavee, P. (2016). Combined administration of low molecular weight sodium alginate boosted immunomodulatory, disease resistance and growth enhancing effects of *Lactobacillus plantarum* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 58: 678-685.
- Ganguly, S., Dora, K. C., Sarkar, S. & Chowdhury, S. (2013). Supplementation of prebiotics in fish feed: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 23:195-199.
- Ghafariarsani, H., Rashidian, G., Bagheri, T., Hoseinifar, S. H., Van, H., Resources, N., Modares, T. & Fisheries, O. (2020). Study on growth enhancement and the protective effects of dietary prebiotic inulin on immunity responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry infected with *Aeromonas hydrophila*. *Annals of Animal Science*, <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0074>.
- Gonzalez-Felix, M. L., Gatlin, D. M., Urquidez-Bejarano, P., de la Ree-Rodriguez, C., Duarte-Rodriguez, L., Sanchez, 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 *Totaba macdonaldi*. *Aquaculture*, 491(3): 239-251.
- Guardiola, F. A., Bahi, A., Jiménez-Monreal, A. M., Martínez-Tome, M., Murciac, M. A. & Esteban, M. A. (2018). Dietary administration effects of fenugreek seeds on skin mucosal antioxidant and immunity status of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish and Shellfish Immunology*, 75: 357-364.
- Guerreiro, I., Serra, C. R., Enes, P., Couto, A., Salvador, A., Costas, B. & Oliva-Teles, A. (2016). Effect of short chain fructooligosaccharides (scFOS) on immunological status and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) reared at two temperatures. *Fish and Shellfish Immunology*, 49: 122-131.
- Güven, E., Yıldız, M. & Baltacı, M. A. (2016). A study on incubation of Brown Trout (*Salmo trutta* sp.) eggs and feeding of fry. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 209-216. (In Turkish)
- Hoang, D. H. (2019). Effects of mannan oligosaccharide supplementation in the diet on growth performance and physiology of juvenile lobster, *Panulirus polyphagus*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(2): 302-307.
- Hoseinifar, S. H., Khalili, M., Khoshbavar Rostami, H. & Esteban, M. Á. (2013). Dietary galactooligosaccharide affects intestinal microbiota, stress resistance, and performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry. *Fish and Shellfish Immunology*, 35(5): 1416-1420.
- Hoseinifar, S. H., Esteban, M. A., Cuesta, A. & Sun, Y. Z. (2015). Prebiotics and fish immune response: A review of current knowledge and future perspectives. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23: 315-328.
- Hutkins, R. W., Krumbeck, J. A., Bindels, L. B., Cani, P. D., George Fahey Jr., Goh, Y. J., Hamaker, B., Martens, E. C., Mills, D. A., Rastal, R. A., Vaughan, E. & Sanders, M. E. (2016). Prebiotics: why definitions matter. *Current Opinion in Biotechnology*, 37: 1-7.
- Kocabas, M., Kayim, M., Can, E., Kutluyer, F. & Aksu, O. (2011). The reproduction traits of native brown trout (*Salmo trutta macrostigma* T., 1954). *Turkey Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(13):1632-1637.

- Kocabas, M., Başçınar, N. & Kutluyur, F. (2015). Eşsiz vadinin süslüsü Türkiye doğal alabalık ekotiplerinden kırmızı benekli alabalık *Salmo trutta*'nın bugünü yarını. *Eko Analiz*, 1(2): 26-29.
- Li, P. & Gatlin, D. M. III. (2004). Dietary brewers yeast and the prebiotic GroBiotic AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture*, 231: 445-456.
- Li, P. & Gatlin, D. M. III. (2005). Evaluation of the prebiotic GroBiotic®-A and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. *Aquaculture*, 248(1-4): 197-205.
- Lieke, T., Meinelt, T., Hoseinifar, S. H., Pan, B., Straus, D. L. & Steinberg, C. E. W. (2020). Sustainable aquaculture requires environmental-friendly treatment strategies for fish diseases. *Reviews in Aquaculture*, 12(2): 943-965. <https://doi.org/10.1111/raq.12365>.
- Naz, M. (2008). The changes in the biochemical compositions and enzymatic activities of rotifer (*Brachionus plicatilis*, Müller) and artemia during the enrichment and starvation periods. *Fish Physiology and Biochemistry*, 34(4): 391-404.
- Oz, M. & Dikel, S. (2015). Body compositions and fatty acid profile of *Salmo trutta macrostigma* caught from Korkun Brook. *Advances in Zoology and Botany*, 3(4): 190-192.
- Peredo, A. M., Buentello, A., Gatlin, D. M. III. & Hume, M. E. (2015). Evaluation of a dairy-yeast prebiotic in the diet of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 46(1): 92-101.
- Ringo, E., Olsen, R. E., Gifstad, T., Dalmo, R. A., Amlund, H., Hemre, G. I. & Bakke, A. M. (2010). Prebiotics in aquaculture: A review. *Aquaculture Nutrition*, 16(2): 117-136.
- Ringo, E., Dimitroglou, A., Hoseinifar, S. H. & Davies, S. J. (2014). Prebiotics in finfish: An update, aquaculture nutrition: GutHealth, probiotics and prebiotics, First Edition. Edited by Daniel Merrifield and Einar Ringo, John Wiley & Sons, Ltd. Published 2014 by John Wiley & Sons, Ltd. s. 360-400.
- Rossi, W., Tomasso, J. R. & Gatlin, D. M. III. (2015). Production performance and non-specific immunity of cage-raised red drum, *Sciaenops ocellatus*, fed soybean-based diets. *Aquaculture*, 443(1): 84-89.
- Rossi Jr. W., Ju, M., Tomasso, J. R. & Gatlin, D. M. III. (2017). Nutrition of red drum, *Sciaenops ocellatus* L.: An additional evaluation of the effects of soya-based diets and supplemental prebiotic. *Aquaculture Research*, 48(10): 5224-5234.
- 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 of Aquaculture*, 69(4): 400-406.
- Sealey, W. M., Conley, Z. B. & Bensley, M. (2015). Prebiotic supplementation has only minimal effects on growth efficiency, intestinal health and disease resistance of Westslope cutthroat trout *Oncorhynchus clarkii lewisii* fed 30 % soybean meal. *Frontiers in Immunology*, 6: 1-7.
- Shearer, K. D. (1994). Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture*, 119: 63-88.
- Sink, T. D. & Lochmann, R. T. (2008). Preliminary observations of mortality reduction in stressed, *Flavobacterium columnare*-challenged golden shiners after treatment with a dairy-yeast prebiotic. *North American Journal of Aquaculture*, 70:192-194.
- Torreillas, S., Montero, M. & Izquierdo, M. (2014). Improved health and growth of fish fed mannan oligosaccharides: Potential mode of action. *Fish and Shellfish Immunology*, 36: 525-544.
- TOB, (2020). Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı. Retrieved on June 08, 2020 from [http://trabzon.ormansu.gov.tr/Trabzon/AnaSayfa/Hizli\\_Erisim/projeler.aspx?sflang=tr](http://trabzon.ormansu.gov.tr/Trabzon/AnaSayfa/Hizli_Erisim/projeler.aspx?sflang=tr)
- Vechklang, K., Lim, C., Boonanuntanasarn, S., 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(3): 183-198.
- Wang, J., Zhang, D., Sun, Y., Wang, S., Li, P., Gatlin, D. M. III. & 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.
- 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 and Aquatic Sciences*, 37(4): 389-396.
- Zheng Z. L., Wang, K. Y., Gatlin, D. M. III. & 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 The World Aquaculture Society*, 42(4): 549-557.
- Zhou, Q., Buentello, J. A. & Gatlin III, D. M. (2010). Effects of dietary prebiotics on growth performance, immune response and intestinal morphology of red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 309(1-4): 253-257.



## Seasonality of physicochemical parameters and fin fish diversity at Hakaluki Haor (Fenchungonj Upazilla), Sylhet, Bangladesh

Mohammad Amzad Hossain<sup>1\*</sup>, Ahmad Fazley Rabby<sup>2</sup>

\*Corresponding author: [mamzad.fbg@sau.ac.bd](mailto:mamzad.fbg@sau.ac.bd)

Received: 05.10.2020

Accepted: 07.12.2020

### Affiliations

<sup>1</sup>Department of Fish Biology and Genetics, Faculty of Fisheries, Sylhet Agricultural University, Sylhet-3100, BANGLADESH

<sup>2</sup>Bangladesh Fisheries Research Institute, Marine Fisheries & Technology Station, Cox's Bazar, BANGLADESH

### Keywords

Seasonality  
Fin Fish  
Diversity indices  
Water quality parameters  
Hakaluki Haor

### ABSTRACT

A one-year-long field survey had been conducted to investigate the seasonal fluctuations in the water quality properties and fin fish diversity at Hakaluki Haor, Bangladesh. Different water quality parameters and fish catchment data were taken from each site on monthly basis. Fish were identified in family basis through surveying in fish landing centre, fish markets and fisher's community and samples were brought to laboratory for accurate taxonomic identification. Temperature, turbidity and pH were found to be different depending on season; while, dissolved O<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> were moderately uniform in all season. Almost twenty taxonomic families have been identified. Among them, the Cyprinidae family was the most abundant family (34%), following Bagridae (8%), Siluridae (6%); while, the Mugilidae (1%) was the least abundant one. The highest and lowest value in the majority of diversity indices were observed in monsoon and winter, respectively. The Pearson correlation test was conducted to evaluate the regression coefficient between different water quality parameters and diversity indices.

### Introduction

The river tributaries system at greater Sylhet region has been originated from the hilly water of India and flow through joining the Surma and Kushiara Rivers in Bangladesh (Chowdhury et al., 2019; Hossain et al., 2012). The floodplain haor areas surrounding the tributaries are unique and very productive due to discharge of water from upstream freshwater area and discharge of land-based nutrients which was released during the monsoon period. This haor system rules vital pathway for navigation and transportation of local communities and, a lot of fishers' community also depends upon its resources for their life and culture (Hossain et al., 2012). The freshwater fish resources in Bangladesh are very abundant and diversified (Das et al., 2017; Hossain et al., 2017; Jannatul et al., 2015). The Hakaluki haor is popular host for wide range of freshwater fish species and it is known with the high seasonal production biomass of aquatic resources (Islam et al., 2011). Therefore,

haor is considered as biodiversity hotspot, heritage site and local community economic zone (Haque and Basak, 2017). The diversity of ecology also serves as a good indicator of water quality and has been used as biomarker by several researchers (Iqbal et al., 2015; Maria et al., 2016; Sarkar et al., 2017; Siligato and Böhmer, 2001). In addition, the fish protein contribute to the major nutrition supplement for poor people around the country (Mian et al., 2020; Uddin et al., 2017) and natural production has been reducing day by day.

The water quality of a particular ecosystem plays key roles in determination of species composition and productive, as well (Bera et al., 2014; Shetty et al., 2015). The water temperature, turbidity, pH, dissolved O<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> are major regulating water quality parameters for most of the aquatic system (Mondal et al., 2010; Latifa et al., 2019; Shahnawaz et al., 2010). Therefore, current research includes both analysis of seasonal variation in the water quality along with the fluctuation in different diversity

### Cite this article as

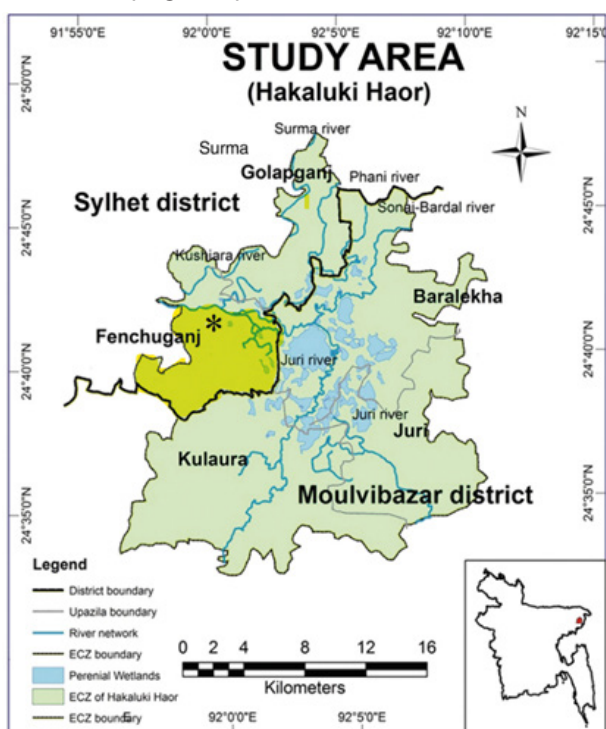
Hossain, M. A. & Rabby, A. F. (2020). Seasonality of physicochemical parameters and fin fish diversity at Hakaluki Haor (Fenchungonj Upazilla), Sylhet, Bangladesh. *Marine and Life Sciences*, 2(2): 113-119.

indices of freshwater fish species at Hakaluki Haor (Fenchugonj Upazilla), Sylhet, Bangladesh.

## Material and Methods

### Study Site and Duration

The study area includes the haor portion located in Fenchugonj (Figure 1). It carries an importance due to conjunction with nearby Kushiara River and easy transportation facility with markets and other cities. The sampling sites constitute series of flood plain and wetland water systems, where water from both conjunction river and hilly freshwater runoff constitutes the major water source during rainy season. Also, the freshwater runoff from nearby hills and cities carries significant amount of nutrient and anthropogenic pollution.



**Figure 1.** The geographical location of study site (\*) map adopted from Islam et al., (2018)

### Water Quality Sampling and Diversity Data Acquisition

The seasonality pattern followed in current study were described by Iqbal et al. (2015), which refers from December to February as winter, from March to May as pre-monsoon, from June to August as monsoon/ rainy season, from September to November as post-monsoon season. Water quality data i.e., water temperature, turbidity, pH, dissolved O<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> have been conducted using YSI multiprobe meter on site and catch per unit effort data were collected by direct interview with fishermen on site or landing center. A preset

questionnaire was prepared to draw diversity data from fishermen, local artisanal fishers, and community stockholders through voluntary interview. All the interview, data acquisition process and water quality recording have been done monthly and inputted as season based. Fish were identified on family basis and some species that were difficult in identifying on spot have been brought to the laboratory for further taxonomic confirmation.

### Tools of Diversity Analysis

Shannon-Weaver diversity index ( $H'$ ) =  $\sum [p_i \times \log(p_i)]$  (Shannon, 1948), Where,  $H'$  = Shannon-Weaver index,  $P_i = n_i/N$ , ( $n_i$  = no. of individuals of a species,  $N$  = Total number of individuals)

Pielou's evenness index ( $J'$ ) =  $H(s)/H(\max)$  (Pielou, 1966), Where,  $H(s)$  = the Shannon-Weaver information function,  $H(\max)$  = the theoretical maximum value for  $H(s)$  if all species in the sample were equally abundant.

Margalef species richness ( $d$ ) =  $(S-1)/\log(N)$  (Farris, 1976); Where,  $S$  = numbers of available species,  $N$  = total numbers of individuals.

Simpson dominance index ( $c$ ) =  $\sum (n_i/N)^2$  (Simpson, 1949); Where,  $n_i$  = number of individuals in the 'each' species,  $N$  = total number of individuals,  $S$  = total number of species.

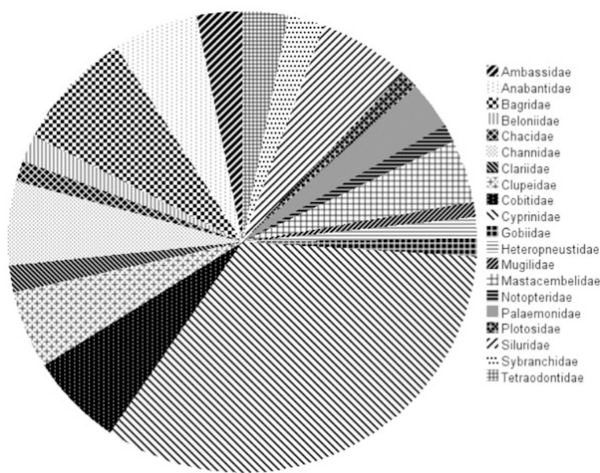
The catch per unit effort CPUE (g/h or n/h) = (TSGCB or TSGCN)/TSEH, (Ghosh & Biswas, 2017); Where total sampling effort hours (TSEH) = SEHPD (sampling effort hours/day/gear) × SGD (sampling gear density),  $g$  = gram,  $n$  = number,  $h$  = hour.

### Statistical analysis

Raw data has been recorded on excel sheet, descriptive data were treated before further analysis. Data were analysed and graphs were produced by using IBM SPSS Statistics version 26.

### Results and Discussions

Fish belong to twenty taxonomic families have been identified either on site or in laboratory for further taxonomic analysis. The highest percentage of contribution was recorded for Cyprinidae (33.5%), following Bagridae (8.4%), Cobitidae (6.5%), Siluridae (6.3%), Andantidae (5.9%), Channidae (5.9%) and Clupeidae (5.5%) (Figure 2). The lowest percentile coverage was estimated for Mugilidae (1%), Notopteridae, Gobidae and Plotosidae (1.3%). Rest of the major percentile were covered by Ambassidae (3.1%) and Tetraodontidae (3.1%), Mastacembelidae (4.4%) (Figure 2).



**Figure 2.** Percentage contribution of different family in Hakaluki Haor (Fenchungonj Upazilla), Sylhet, Bangladesh.

Freshwater reservoir and floodplains in Bangladesh are found to be very diversified according to several previous literatures. A study from Ali et al. (2014), recorded 23 taxonomic family in the Chitra River, Southwestern Bangladesh. Afrad et

Haor (Pandit et al., 2015) and 17 families were recorded in haor areas of Kishorgonj Bangladesh (M. Hasan et al., 2017). However, in most of the cases Cyprinidae were mostly abundant family followed by Siluridae or Bagridae (Akhi et al., 2020; Chowdhury et al., 2019; Jannatul et al., 2015; Maria et al., 2016; Mazumder et al., 2016; Sunny et al., 2020). Therefore, current results reflect to be supportive to previous investigations on others freshwater habitat of Bangladesh.

The fluctuation in water temperature throughout the year ranges between 21-28°C, while Sechi's disk depth was strongly variable among seasons and ranged between 19-30 cm (Table 1). The value of pH, dissolved O<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> were very uniform depending on seasons and range between 6.99-7.48, 5.33-5.98 (mg/L) and 0.009-0.016 (mg/L), respectively (Table 1).

The Pearson's correlation analysis between environmental parameters and diversity indices were established. The values for temperature,

**Table 1.** Seasonal changes in water quality parameters at Hakaluki Haor (Fenchungonj Upazilla), Sylhet, Bangladesh

	Winter	Pre-monsoon	Monsoon	Post-monsoon
Water Temperature (°C)	21.6±0.76 <sup>a</sup>	25.37±1.01 <sup>b</sup>	27.47±0.89 <sup>b</sup>	25.46±3.04 <sup>b</sup>
Turbidity (Secchi's disk in cm)	19.17±0.29 <sup>a</sup>	26.55±4.99 <sup>b</sup>	30.11±2.09 <sup>b</sup>	18.33±2.19 <sup>a</sup>
pH	6.99±0.15 <sup>a</sup>	7.48±0.31 <sup>b</sup>	7.45±0.28 <sup>b</sup>	7.22±0.30 <sup>b</sup>
Dissolved Oxygen (mg/l)	5.63±0.26 <sup>a</sup>	5.51±0.17 <sup>a</sup>	5.33±0.87 <sup>a</sup>	5.98±0.59 <sup>a</sup>
NH <sub>3</sub> (mg/l)	0.015±0.004 <sup>a</sup>	0.016±0.003 <sup>a</sup>	0.009±0.005 <sup>a</sup>	0.013±0.005 <sup>a</sup>

al. (2019), reported 20 families from the Titas River, Bangladesh. Hossain et al. (2017), obtained 23 families in Khusiara River near to Hakaluki haor and 18 families have been located on Dhepa River of Dinajpur, Bangladesh by Biosci et al. (2019). Again, previous research on different flood area includes 28 taxonomic families in Ratatgul Swamp forest (Das et al., 2017), 24 families were identified in Dekhar

turbidity and pH have been reported to be significantly correlated with Simpson dominance index, Shannon- Wiener diversity index, Pielou's evenness index, Catch Per Unit Effort and Marglef richness; while, another environmental parameters i.e., dissolved O<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> values were nonsignificant (Table 2). Again, Simpson's dominance index and Marglef richness were

**Table 2.** Pearson correlation coefficients matrix between the physicochemical parameters and diversity indices of study area.

	T	Td	pH	DO	NH <sub>3</sub>	C	H	J	CPUE	d
T	1	.581*	.676*	0.183	-0.200	.826**	.705*	0.189	0.289	-.736**
Td	.581*	1	.632*	-0.386	-0.110	.770**	0.535	0.338	.623*	-.725**
pH	.676*	.632*	1	0.332	0.284	.582*	0.526	0.143	0.167	-0.469
DO	0.183	-0.386	0.332	1	0.322	-0.140	0.154	-0.412	-0.332	0.356
NH <sub>3</sub>	-0.200	-0.110	0.284	0.322	1	-0.256	-0.053	-0.092	-0.103	0.175
C	.826**	.770**	.582*	-0.140	-0.256	1	0.485	0.460	0.552	-.841**
H	.705*	0.535	0.526	0.154	-0.053	0.485	1	-0.429	0.395	-0.354
J	0.189	0.338	0.143	-0.412	-0.092	0.460	-0.429	1	0.043	-.656*
CPUE	0.289	.623*	0.167	-0.332	-0.103	0.552	0.395	0.043	1	-0.293
d	-.736**	-.725**	-0.469	0.356	0.175	-.841**	-0.354	-.656*	-0.293	1

\*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

\*\*Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

\*\*\*T=Temperature (°C), Td=Turbidity (Secchi's disk in cm), DO=dissolved O<sub>2</sub> (mg/L), C=Simpson dominance index, H=Shannon- Wiener diversity index, J=Pielou's evenness index, CPUE=Catch Per Unit Effort, d=Marglef richness)

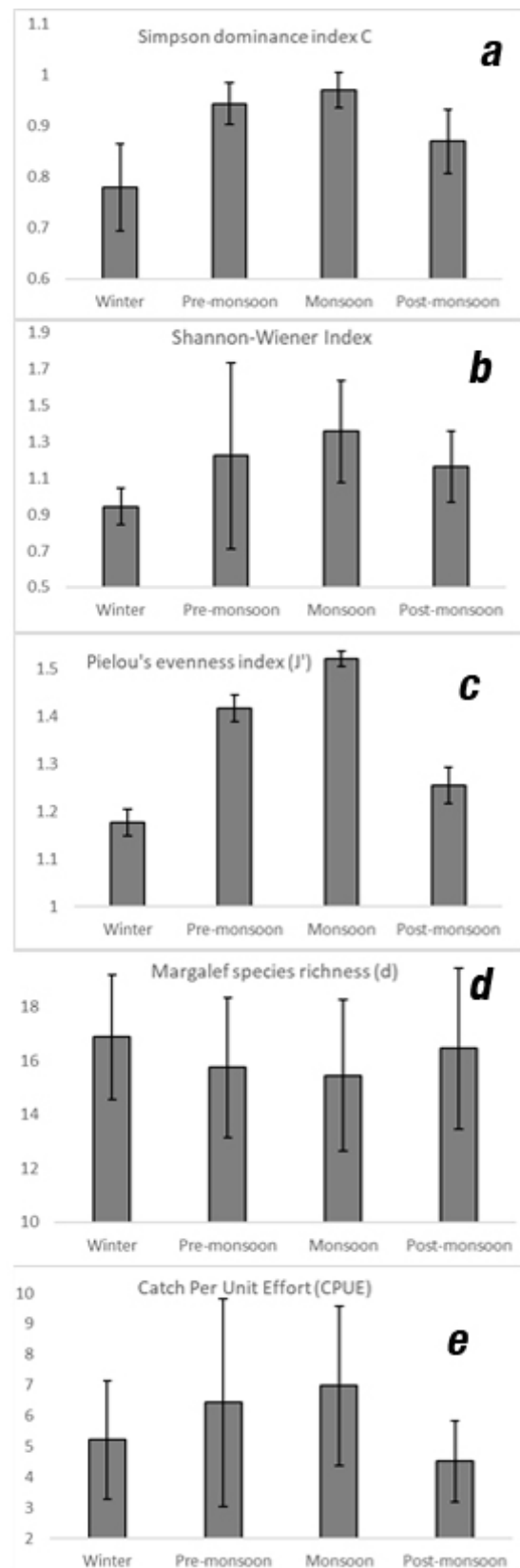


correlated with environmental properties, but other diversity indices i.e., Shannon-Wiener diversity index, Pielou's evenness index and Catch Per Unit Effort were less correlated with environmental properties (Table 2).

Variation of water quality parameters in freshwater bodies were found to be more influenced by location due to pollution runoff from nearby cities or industries other than seasonal fluctuations (Akhi et al., 2020; Barakat et al., 2016; Bashar and Fung, 2020). The temperature and turbidity were the most common fluctuating factors in freshwater reservoirs (Naher and Chowdhury, 2017; Tareq et al., 2013). The optimal temperature for sustained aquatic life ranged between 20-30°C in tropical climate (Rahman and Bakri, 2010). pH ranged from 6.5 to 8.5 which was recommended as perfect for aquatic organism (Alabaster, 1982; Hasan et al., 2019), the concentration of the dissolved O<sub>2</sub> should be more than 5 mg/L (Bhatnagar and Devi, 2013) and the NH<sub>3</sub> must be below 0.1 mg/L for a healthy aquatic environment (Kroupova et al., 2005). Considering the aforesaid aspect, the water physico-chemical properties of Hakalauki haor during the study period was healthy and supportive for optimal aquatic life.

Most of the diversity indices exhibit peak on moon season, covering value of  $0.97 \pm 0.03$  for Simpson dominance index,  $1.36 \pm 0.28$  for Shannon-Wiener diversity index,  $1.52 \pm 0.015$  for Pielou's evenness index and  $0.69 \pm 0.25$  for Catch Per Unit Effort, but Margalef richness ( $15.28 \pm 2.81$ ) does not follow this trend. Again, for all cases except Margalef richness lowest values were obtained for winter season (Figure 3) followed by post-monsoon and pre-monsoon. The value of Simpson dominance index, Shannon-Wiener diversity index, Pielou's evenness index, Catch Per Unit Effort indices in winter and Margalef richness is  $0.94 \pm 0.04$ ,  $1.22 \pm 0.51$ ,  $1.42 \pm 0.03$ ,  $0.64 \pm 0.34$ , and  $15.76 \pm 2.60$  in pre-monsoon, and  $0.87 \pm 0.06$ ,  $1.16 \pm 0.20$ ,  $1.25 \pm 0.04$ ,  $0.45 \pm 0.13$  and  $16.46 \pm 3.00$  in post-monsoon (Figure 3).

Biodiversity indices are the measure of the species community, characterization of biological, structural and physico-chemical health of a particular ecosystem (Alam et al., 2013; Islam and Yasmin, 2018; Mia et al., 2019). The value of dominance index was reported to be varied between 0.06 to 0.96 at Atrai River, Dinajpur, Bangladesh (Mia et al., 2019), 0.12-0.16 for at Shitalakshya River (Rahman et al., 2020) and 0.33-0.89 for River Dhaleshwari, Bangladesh (Islam and Yasmin, 2018). The Shannon-Wiener diversity index fluctuated between 0.32-3.97 at Atrai River, Dinajpur, Bangladesh (Mia et al., 2019), 3.4-3.8



**Figure 3.** Seasonal changes in different diversity indices **a.** Simpson dominance index (c), **b.** Shannon-Wiener diversity index (H'), **c.** Pielou's evenness index (J'), **d.** Margalef richness (d), **e.** Catch Per Unit Effort (CPUE) at Hakalauki Haor (Fenchungonj Upazilla), Sylhet, Bangladesh.

at River Choto Jamuna, Bangladesh (Galib et al., 2013), 1.52-2.7 at Shitalakshya River (Rahman et al., 2020), 2-2.5 for the Surma River (Chowdhury et al., 2019) and 20.1-2.41 for the Kushiara River Bangladesh (Hossain et al., 2017). The evenness 0.80-0.93 at Choto Jamuna River (Galib et al., 2013), 0.35-0.67 at Shitalakshya River (Rahman et al., 2020), 0.00-1.5 for Kushiara River in Bangladesh (Hossain et al., 2017) and 0.117-0.588 in River Dhaleshwari, Bangladesh (Islam and Yasmin, 2018). The richness indices moved between 4.83 -5.87 in Lakhandaha Wetland and Atari River, Bangladesh (Jewel et al., 2018), 2.78-7.44 in Kushiara River (Hossain et al., 2017) and 4.03 -9.58 in Chalan Beel, Bangladesh (Parlinah et al., 2020). A study by Chowdhury et al., (2019) observed CPUE 0.15-.44 for Surma river and Ghosh and Biswas, (2017) recorded CPUE of 0.04-0.46 for an oxbow lake ecosystem in Eastern India. However, most of the studies noted the higher diversity indices and catch per unit effort during the monsoon period (Chowdhury et al., 2019; Hossain et al., 2017; Iqbal et al., 2015; Islam and Yasmin, 2018; Jannatul et al., 2015; Mia et al., 2019; Parlinah et al., 2020).

The temperature, turbidity and pH were found as most seasonally varied parameters which was similar to the previous studies (Alabaster, 1982; Naher and Chowdhury, 2017; Tareq et al., 2013). The pH and turbidity level changes seasonally due reception of rainfall water and huge siltation from nearby hilly areas. The value of different diversity indices in current research were reported to be moderately aligned with previous studies (Chowdhury et al., 2019; Galib et al., 2013; Hossain et al., 2017; Iqbal et al., 2015, Mia et al., 2019). However, the numbers of families recorded were

found to be reduced in recent years which might be a consequent of excessive fishing practices, anthropogenic pollution from nearby chemicals factories and markets. Also, catching brood fish and use of small mesh net during breeding season would be possible cause of reduced diversity of families in study areas. The current research outcomes followed diversity pattern of previous research on freshwater and haor floodplain areas of Bangladesh, but slight deviations are due to differences in location, water sources and exploitation intensity, as well.

## Conclusion

To be concluded, current investigations show very little changes in the water quality parameters following the seasonal trends, except temperature and turbidity. Diversity indices were less depending upon the described water quality parameters, however seasonal trends were moderately observed in diversity indices and catch per unit efforts. The over exploitation is one of the major causes for reduced biodiversity measurement, which demands better management and conservation approach for haor based fisheries in suggested area.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

Authors contributed equally to this paper.

### Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

For this type of study, formal consent is not required.

## References

- Afrad, M. S. I., Yeasmin, S., Haque, M. E., Sultana, N., Barau, A. A. & Rana, S. (2019). Fish biodiversity and livelihood status of fishermen living around the Titas river of Bangladesh. *Journal of Bio-Science*, 27(0 SE-Articles). <https://doi.org/10.3329/jbs.v27i0.44671>
- Akhi, M. M., Jewel, M. A. S., Haque, M. A., Sarker, B. K., Khatun, M. S., Paul, A. K., Islam, M. S. & Das, S. K. (2020). Multivariate approaches to determine the relationship between fish assemblage structure and environmental variables in Karatoya River, Bangladesh. *Community Ecology*, 21(2): 171-181. <https://doi.org/10.1007/s42974-020-00015-6>
- Alabaster, J. (1982). Extreme pH value. In J. S. B. T.-W. Q. C. for F. F. (Second E. Alabaster (Ed.), *Water Quality Criteria for Freshwater Fish* (pp. 21-45). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-408-10849-2.50006-X>
- Alam, M. S., Hossain, M. S. & Monwar, M. (2013). Assessment of fish distribution and biodiversity status in Upper Halda River, Chittagong, Bangladesh. *Academic Journal*, 5(6): 349-357. <https://doi.org/10.5897/IJBC2013.0555>
- Ali, M. M., Hossain, M. B., Rahman, M. A. & Habib, A. (2014). Diversity of fish fauna in the Chitra River of southwestern Bangladesh: present status, threats and recommendations for conservation. *Asian Journal of Applied Sciences*, 7(7): 635-643. <https://doi.org/10.3923/ajaps.2014.635.643>
- Barakat, A., El Baghdadi, M., Rais, J., Aghezzaf, B. & Slassi, M. (2016). Assessment of spatial and seasonal water quality variation of Oum Er Rbia River (Morocco) using multivariate statistical techniques. *International Soil and Water Conservation Research*, 4(4): 284-292. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2016.11.002>
- Bashar, T. & Fung, I. W. H. (2020). Water pollution in a densely populated megapolis, Dhaka. *Water*, 12(8): 2124. <https://doi.org/10.3390/w12082124>
- Bera, A., Bhattacharya, M., Patra, B. C. & Sar, U. K. (2014). Ichthyofaunal diversity and water quality in the Kangsabati Reservoir, West Bengal, India. *Advances in Zoology*, 674313. <https://doi.org/10.1155/2014/674313>

- Bhatnagar, A., & Devi, P. (2013). Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(6): 1980-2009. <https://doi.org/10.6088/ijes.2013030600019>
- Biosci, I. J., Parvez, I., Rana, M., Chhanda, M. S., Rekha, K., Nehrin, S. & Ara, Y. (2019). Fish biodiversity and conservation status of the lower streams of the Dhepa river of Dinajpur, Bangladesh. *International Journal of Biosciences*, (IJB), 14(03): 273-287. <https://doi.org/10.12692/ijb/14.3.273-287>
- Chowdhury, M. A., Karim, M. A., Rahman, M. T., Shefat, S. H. T., Rahman, A. & Hossain, M. A. (2019). Biodiversity assessment of indigenous fish species in the surma river of Sylhet Sadar, Bangladesh. *Punjab University Journal of Zoology*, 34(1): 73-77. <https://doi.org/10.17582/journal.pujz/2019.34.1.73.77>
- Das, S. K., Roy, N. C. & Hossain, M. A. (2017). Diversity of indigenous fish species in Ratargul freshwater swamp forest, Bangladesh. *International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences*, 5(2): 28-35. <https://doi.org/10.12983/ijres-2017-p0028-0035>
- Farris, J. S. (1976). An introduction to numerical classification. *Systematic Zoology*, 25(1): 92-95. <https://doi.org/10.2307/2412784>
- Galib, S. M., Naser, S. M. A., Mohsin, A. B. M., Chaki, N. & Hassan, F. (2013). Fish diversity of the River Choto Jamuna, Bangladesh: Present status and conservation needs. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5(June): 389-395. <https://doi.org/10.5897/IJBC2013.0552>
- Ghosh, D. & Biswas, J. (2017). Catch per unit efforts and impacts of gears on fish abundance in an oxbow lake ecosystem in Eastern India. *Environmental Health Engineering and Management*, 4: 169-175. <https://doi.org/10.15171/EHEM.2017.24>
- Haque, M. I. & Basak, R. (2017). Land cover change detection using GIS and remote sensing techniques: A spatio-temporal study on Tanguar Haor, Sunamganj, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(2): 251-263. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.12.003>
- Hasan, M. K., Shahriar, A. & Jim, K. U. (2019). Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. *Heliyon*, 5(8): e02145. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02145>
- Hasan, M., Hasan, A. S. & Bhuyan, M. S. (2017). Fish diversity assessment of the haor region in Kishoreganj district, Bangladesh. *Research Journal of Environmental Sciences*, 11(1), 29-35. <https://doi.org/10.3923/rjes.2017.29.35>
- Hossain, M. A., Akter, M. & Iqbal, M. M. (2017). Diversity of fish fauna in Kusiara River (Fenchungonj Upazilla), Northeast Bangladesh. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 32(1): 1-13.
- Hossain, M. S., Gopal Das, N., Sarker, S. & Rahaman, M. Z. (2012). Fish diversity and habitat relationship with environmental variables at Meghna river estuary, Bangladesh. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(3): 213-226. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.12.006>
- Iqbal, M., Kanon, M. H., Hossain, M. A., Hossain, A., Nasren, S., Islam, M. J. & Rahman, M. A. (2015). Diversity of indigenous fish species in Konoskhaihaor, Northeast Bangladesh. *Punjab University Journal of Zoology*, 30(2): 73-79.
- Iqbal, M. M., Nasren, S. & Mosarof Hossain, M. (2015). Fish assemblage including threatened species in Hakaluki Haor, Sylhet, Bangladesh. *Journal of Aquaculture in Tropics*, 30(3-4): 223-246.
- Islam, M. N., Rakib, M. R., Sufian, M. A. & Raihan Sharif, A. H. M. (2018). Detection of climate change impacts on the hakaluki haor wetland in Bangladesh by use of remote sensing and GIS. In: Islam M., van Amstel A. (eds) Bangladesh I: Climate change impacts, mitigation and adaptation in developing countries. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-26357-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26357-1_8)
- Islam, M, Saha, N. & Rahman, M. (2011). Economic activities decrease biodiversity in Hakaluki haor, the largest inland fresh water ecosystem in Bangladesh. *International Journal of Environmental Sciences*, 2(2): 946-956. <https://doi.org/10.6088/ijes.00202020051>
- Islam, M & Yasmin, R. (2018). Assemblage, abundance and diversity of fish species in River Dhaleshwari, Bangladesh. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 2(1): 1-28. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2018/v2i126112>
- Jannatul, F. M., Rashidul, K., Amzad, H. M. & Arifur, R. (2015). Fin fish assemblage and biodiversity status of carps on halda river. *Annals of Veterinary and Animal Science*, 2(6): 151-161.
- Jewel, M. A. S., Haque, M. A., Khatun, R. & Rahman, M. S. (2018). A comparative study of fish assemblage and diversity indices in two different aquatic habitats in Bangladesh: Lakhandaha Wetland and Atari River. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 11(4): 427-434.
- Kroupova, H., Machova, J. & Svobodova, Z. (2005). Nitrite influence on fish: a review. *Veterinarni Medicina*, 50(11): 461-471. <https://doi.org/10.17221/5650-VETMED>
- Mondal, KD., Kaviraj, A. & Saha, S. (2010). Water quality parameters and fish biodiversity indices as measures of ecological degradation: A case study in two floodplain lakes of India. *Journal of Water Resource and Protection*, 2(1): 85-92. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2010.21010>
- Latifa, G., Majumder, A., Kabir, M. H. & Chakma, A. (2019). Water quality and fish diversity of Chengi river of Khagrachari district. *Bangladesh Journal of Zoology*, 47(2 SE-Articles). <https://doi.org/10.3329/bjz.v47i2.44345>
- Maria, A. B., Iqbal, M. M., Hossain, M. A. R., Rahman, M. A., Uddin, S., Hossain, M. A. & Javed, M. N. (2016). Present status of endangered fish species in Sylhet Sadar, Bangladesh. *International Journal of Natural Sciences*, 6(2): 104-110.
- Mazumder, S. K., Das, S. K., Ghaffar, M. A., Rahman, M. H., Majumder, M. K. & Basak, L. R. (2016). Role of co-management in wetland productivity: A case study from Hail haor in Bangladesh. *AAEL Bioflux*, 9(3): 466-482.
- Mia, M. J., Naher, J., Azom, M. G., Sabuz, M. S. R., Islam, M. H. & Islam, M. R. (2019). Spatiotemporal variations in finfish assemblage and diversity indices in relation to ecological indicators of the Atrai River, Dinajpur, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 45(2): 175-182. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejar.2019.06.001>
- Mian, S., Shah, A. W., Hossain, M. A., Hossain, M. S., Iqbal, M. M. & Debnath, P. (2020). Reproductive biology of captive reared spotted snakehead, *Channa punctatus*, Bloch. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 9(2): 8-15.

- Naher, T. & Chowdhury, M. A. I. (2017). Assessment and correlation analysis of water quality parameters: a case study of Surma River at Sylhet Division, Bangladesh. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 53(3): 126-136. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V53P223>
- Pandit, D., Kunda, M., Harun-al-rashid, A., Sufian, M. A. & Mazumder, S. K. (2015). Present status of fish biodiversity in Dekhar Haor, Bangladesh: a case study. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 7(4): 278-287. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjfm.2015.7.4.95127>
- Parlinah, L., Hamdani, J. S., Nurbaety, A. & Nuraini, A. (2020). Phosphate solubilizing-based peat soil carrier applied to potato. *Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka*, 15(2): 258-264. <https://doi.org/10.4038/jas.v15i2.8809>
- Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0)
- Rahman, M. A. & Al Bakri, D. (2010). A study on selected water quality parameters along the River Buriganga, Bangladesh. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 1(2): 81-92.
- Rahman, M. B., Islam, M. M., Ruma, M. & Rahman, M. M. (2020). Effects of environmental condition on spatial-temporal changes of fish diversity and morphology of Shitalakshya River. *Ecologia*, 10(1): 38-49. <https://doi.org/10.3923/ecologia.2020.38.49>
- Sarkar, U. K., Dubey, V. K., Singh, S. P. & Singh, A. K. (2017). Employing indicators for prioritization of fish assemblage with a view to manage freshwater fish diversity and ecosystem health in the tributaries of Ganges basin, India. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 20(1-2): 21-29. <https://doi.org/10.1080/14634988.2017.1270146>
- Shahnawaz, A., Venkateswarlu, M., Somashekar, D. S. & Santosh, K. (2010). Fish diversity with relation to water quality of Bhadra river of Western Ghats (INDIA). *Environmental Monitoring and Assessment*, 161(1-4): 83-91. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0729-0>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3): 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Shetty, A., Venkateswarlu, M. & Dharan, M. (2015). Effect of water quality on the composition of fish communities in three coastal rivers of Karnataka, India. *International Journal of Aquatic Bioogy*, 3(1): 42-51.
- Siligato, S. & Böhmer, J. (2001). Using indicators of fish health at multiple levels of biological organization to assess effects of stream pollution in southwest Germany. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*, 8(3): 371-386. <https://doi.org/10.1023/A:1012954726016>
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148): 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>
- Sunny, A. R., Alam, R., Sadia, M. A., Miah, Y. & Hossain, S. (2020). Factors affecting the biodiversity and human well-being of an ecologically sensitive wetland of North Eastern Bangladesh. *Journal of Coastal Zone Management*, 23(1): 1-8. <https://doi.org/10.35841/2473-3350.23.1-471>
- Tareq, S. M., Rahaman, M., Rikta, S., Islam, S. N. & Sultana, M. S. (2013). Seasonal variations in water quality of the Ganges and Brahmaputra River, Bangladesh. *Jahangirnagar University Environmental Bulletin*, 2: 71-82. <https://doi.org/10.3329/jueb.v2i0.16332>
- Uddin, S., Hasan, M. H., Iqbal, M. M., & Hossain, M. A. (2017). Study on the reproductive biology of Vietnamese climbing perch (*Anabas testudineus*, Bloch). *Punjab University Journal of Zoology*, 32(1): 1-7.



## The length-weight relationships of two flatfish species (*Solea solea* Linnaeus, 1758 and *Pegusa lascaris* Risso, 1810) caught in the Middle Black Sea coasts

Ferhat Büyükdeveci<sup>\*1</sup>, Osman Samsun<sup>2</sup>, Uğur Öz sandıkçı<sup>2</sup>

\*Corresponding author: ferhat.bykdeveci@gmail.com

Received: 17.09.2020

Accepted: 08.12.2020

### Affiliations

<sup>1</sup>Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Adana Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, 01100 Sarıçam-Adana, TURKEY

<sup>2</sup>Sinop University, Faculty of Fisheries, Department of Fishing and Processing Technology, 57000, Aklıman-Sinop, TURKEY.

### Keywords

Common sole  
*Solea solea*  
*Pegusa lascaris*  
Length-weight relationship  
Middle Black Sea

### ABSTRACT

The study was performed between September 2015 and August 2016 with trammel nets having a different mesh sizes (32 mm, 36 mm and 40 mm), which are extensively used in Middle Black Sea coastal fisheries. Common sole (*Solea solea* L., 1758 and *Pegusa lascaris* R., 1840) are caught as by-catch in the area with trammel nets. The average length of the species caught in the study were 18.8±2.04 cm for *S. solea* and 14.8±1.55 cm for *P. lascaris*. The average weight of the *S. solea* and *P. lascaris* were 38.7±24.4 g and 29.7±12.39 g, respectively. The length-weight relationship of *S. solea* and *P. lascaris* caught with trammel nets on the shore of Middle Black Sea were calculated as  $W=0.0028L^{3.4226}$  ( $R^2=0.9228$ ,  $N=528$ ) and  $W=0.0049L^{3.2117}$  ( $R^2=0.913$ ,  $N=558$ ), respectively. The findings, which were presented for the first time for sole fish species in the Middle Black Sea, are expected to be a source for future studies.

## Orta Karadeniz (Sinop) kıyılarında avlanan iki dil balığı türünün (*Solea solea* Linnaeus, 1758 ve *Pegusa lascaris* Risso, 1810) boy-ağırlık ilişkilerinin belirlenmesi

### ÖZET

Bu çalışma, Orta Karadeniz kıyı balıkçılığında yoğun olarak kullanılan farklı ağ göz açıklığına sahip (32 mm, 36 mm ve 40 mm) fanyalı uzatma ağları ile Eylül 2015-Ağustos 2016 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bölgede uzatma ağları ile yapılan avcılıkta dil balıkları (*Solea solea* L., 1758 ve *Pegusa lascaris* R., 1840) hedef dışı tür olarak avlanmaktadır. Araştırmada avlanan türlerin ortalama boyları sırasıyla 18,8±2,04 cm ve 14,8±1,55 cm, olarak saptanmıştır. Türlerin ortalama ağırlıkları ise *S. solea* için 38,7±24,4 g, *P. lascaris* için 29,7±12,39 g olarak belirlenmiştir. Orta Karadeniz kıyılarında uzatma ağları ile avlanan *S. solea* ve *P. lascaris* dil balığı türlerinin boy-ağırlık ilişkileri sırasıyla  $W=0,0028L^{3,4226}$  ( $R^2=0,9228$ ,  $N=528$ ) ve  $W=0,0049L^{3,2117}$  ( $R^2=0,913$ ,  $N=558$ ) şeklinde hesaplanmıştır. Bu çalışma dil balığı türleri için Orta Karadeniz'deki ilk veri niteliği oluştururken, yapılacak diğer çalışmalara kaynak oluşturması hedeflenmiştir.

### Anahtar Kelimeler

Dil Balığı  
*Solea solea*  
*Pegusa lascaris*  
Boy-Ağırlık İlişkisi  
Orta Karadeniz

### Giriş

Deniz balıkları ve omurgasız canlıların boy-ağırlık ilişkileri, balıkçılık biyolojisi, stok değerlendirme ve yönetiminde yaygın olarak kullanılmaktadır

(Froese, 2006). Balık stoklarının nispi durumunun belirlenmesinde boy-ağırlık ilişkisinin tespiti (LWR) balık stokları açısından önemli bilgiler sağlamakta ve çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu uygulamalardan bazıları; mevcut balık stoğunun

### Cite this article as

Büyükdeveci, F., Samsun, O. & Öz sandıkçı, U. (2020). The length-weight relationships of two flatfish species (*Solea solea* Linnaeus, 1758 and *Pegusa lascaris* Risso, 1810) caught in the Middle Black Sea coasts. *Marine and Life Sciences*, 2(2): 120-126. (In Turkish)

değerlendirilmesini ve farklı bölgelerde bulunan balık popülasyonlarının karşılaştırılmasını içermektedir Bunun yanısıra boy-ağırlık ilişkilerinin balıkçılık alanındaki araştırmalarda önemli bir yere sahiptir. Boy-ağırlık ilişkisi parametreleri (a ve b); stok değerlendirme modelleri için balığın boyundan ağırlığını tahmin edilmesine, boy-frekans dağılımlarından biyokütle tahminine, balığın kondisyon indeksinin hesaplanmasına ve farklı bölgelerdeki popülasyonlarının yaşam süreçlerinin karşılaştırılmasına olanak sağlar (Pauly, 1993; Petrakis ve Stergiou, 1995; Moutopoulos ve Stergiou, 2002).

Boy-ağırlık ilişkisi, türlerin vücut şekline ve balık bireylerinin kondisyonuna göre değişmektedir. Ayrıca boy-ağırlık ilişkisi balıklarda, somatik büyümenin izometrik mi yoksa alometrik mi olduğunu belirlemek ve başlangıçta balığın durumu hakkında bilgi sağlamaktadır (Le Cren, 1951; Ricker, 1975). Balıklarda kondisyon genellikle ortamdaki besinlerin varlığını ve örnekleme dönemi öncesi büyümeyi yansıtmakla birlikte bu durum değişken ve dinamiktir. Aynı örneklem içerisinde bireyler önemli ölçüde değişkenlik göstermekte her popülasyondaki bireylerin kondisyonları yıllara ve mevsimlere göre farklılık göstermektedir. Bazı türler için cinsiyet ve gonad gelişimi (Schneider ve ark., 2000), habitat, beslenme, mide dolgunluğu gibi birçok faktör balıklarda boy-ağırlık ilişkisini etkileyen önemli değişkenlerdir (Esmaili ve Ebrahimi, 2006; Yeşilçiçek ve ark., 2015).

Türkiye denizleri içerisinde tür çeşitliliği düşük olan Karadeniz'de özellikle ekonomik olarak avlanan pelajik ve demersal birçok balık türü üzerine yapılan balıkçılık biyolojisi, popülasyon dinamiği ve boy-ağırlık ilişkisi çalışmaları mevcuttur (Kalaycı ve ark., 2007; Özdemir ve ark., 2009; Özdemir ve Duyar, 2013). Pelajik türler üzerine yapılan çalışmalar başta hamsi olmak üzere çapa, lüfer, istavrit, tirsi balıkları üzerine yoğunlaşmaktadır (Samsun ve ark., 2006; Erdem ve Özdemir, 2008; Özdemir ve ark., 2015). Demersal türler üzerine yapılan çalışmalar ise mezigit başta olmak üzere barbunya ve kalkan balıklarını kapsamaktadır (Erdem ve ark., 2007; Özdemir ve Erdem, 2011; Sağlam ve Sağlam, 2012; Samsun ve ark., 2017; Özdemir ve ark., 2017a; Çalık ve Sağlam, 2017; Samsun ve Akyol, 2017; Özdemir ve Erdem, 2018; Özdemir ve ark., 2018). Özellikle Karadeniz'de sürdürülen endüstriyel ve kıyı balıkçılığında av araçlarına yoğun olarak başta yengeç türleri olmak üzere birçok balık türüne ait hedef dışı türler yakalanmaktadır (Kasapoğlu ve Düzgüneş, 2013; Özdemir ve ark., 2017b). Karadeniz'de avlanan birçok hedef dışı balık türleri üzerine yapılan

çalışmalar ise yetersiz olmakla beraber dil balığı türleri (*Solea solea* ve *Pegusa lascaris*) üzerine yapılan çalışma sayısı ise oldukça azdır (Yeşilçiçek ve ark., 2015).

Ülkemizde avlanan dil balıklarının boy ağırlık ilişkisi birçok araştırmacı tarafından farklı bölgelerde çalışılmış olmasına rağmen (Özaydın ve Taskavak., 2006; Ilkyaz ve ark., 2008; Yeşilçiçek ve ark., 2015; Demirel ve Dalkara., 2012; Acarlı ve ark., 2014; Özaydın., 2007; Acarlı ve ark., 2009) Sinop bölgesinde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada Orta Karadeniz kıyılarında kullanılan ve farklı göz açıklığındaki (32 mm, 36 mm ve 40 mm) fanyalı uzatma ağları ile avlanan, Karadeniz'de sınırlı sayıda araştırma yapılmış olan dil balığı (*S. solea* ve *P. lascaris*) türlerinin boy, ağırlık özellikleri ile boy-ağırlık ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

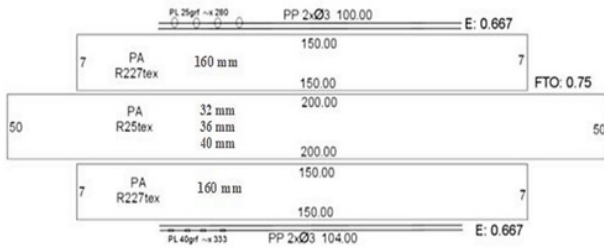
Araştırma, Orta Karadeniz'in önemli balıkçılık merkezlerinden biri olan Sinop ili kıyılarında kıyı balıkçıları tarafından yoğun olarak kullanılan fanyalı dip uzatma ağları ile Eylül 2015-Ağustos 2016 tarihleri arasında yürütülmüştür. Araştırma sahasını 41°53'50"N-35°12'16"E ve 42°00'44"N-35°12'16"E koordinatları arasında kalan av bölgeleri oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırmanın yürütüldüğü av sahası

Araştırmada fanya göz açıklığı 160 mm olan 32 mm, 36 mm ve 40 mm tor göz açıklığına sahip üç farklı fanyalı dip uzatma ağı kullanılmıştır. Ağlar Polyamid (PA) materyalden üretilmiş olup donatılmadan önce tor ağ 200 metre fanya ağı 150 metre uzunluğa sahiptir. Ağlar tor ağ için 0,67 donam faktörü ve 0,75 fanya tor oranı ile donatılmıştır. Tor ağın yükseklikteki ağ göz sayısı 50, fanyadaki göz sayısı 7 göz olarak alınmış ve donatılmıştır. Yaka halatları polipropilen (PP) materyale sahiptir. Mantar yakada yaklaşık 280 adet yüzdürücü kullanılırken, kurşun yakadaki

batırıcı sayısı 333 adettir. Şekil 2' de araştırmada kullanılan fanyalı uzatma ağının planı gösterilmiştir.



Şekil 2. Araştırmada kullanılan fanyalı uzatma ağlarının teknik planı ve özellikleri

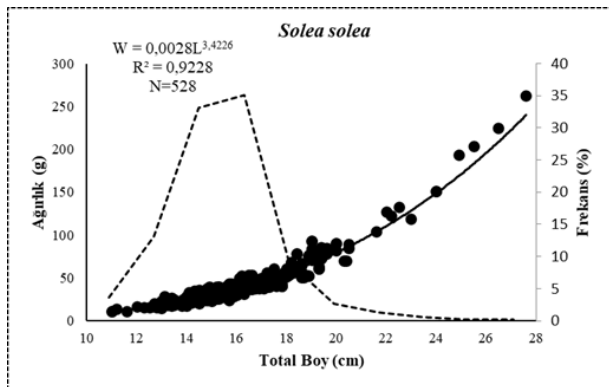
Araştırmada kullanılan av araçları ile avcılık faaliyeti tamamlandıktan sonra geminin güvertesine alınmıştır. Avlanan ürünler ağlardan ayıklanarak türlerine göre kasalara ayrılmıştır. Genel olarak avlanan tüm türlerin toplam av miktarları (kg), bireysel boy (cm) ve ağırlık (g) ölçümleri yapılmıştır. Laboratuvar ortamında incelenen balıkların boy-ağırlık ilişkisinin (LWR) belirlenmesinde Pauly (1984) tarafından önerilen  $W=aL^b$  eşitlik kullanılmıştır. Bu eşitlikte; W: ağırlık (g), a ve b: regresyon sabitleri ve L: tam boyu (cm) göstermektedir.

## Bulgular ve Tartışma

### *Solea solea* (Linnaeus, 1758)

*Solea solea* türüne ait boy ve ağırlık değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Fanyalı ağlar ile avlanan *S. solea* türünün minimum boyu 11,00 cm, maksimum boyu 27,60 cm ve ortalama boyu  $18,8 \pm 2,04$  cm, olarak bulunmuştur. Avlanan *S. solea* türü ağırlık açısından değerlendirildiğinde ise balık bireylerinin minimum ağırlığı 10,70 g, maksimum ağırlığı 263,20 g ve ortalama ağırlığı ise  $38,67 \pm 24,35$  g olarak hesaplanmıştır.

Araştırma boyunca örneklenen dil balığının boy-ağırlık ilişkisi arasında  $W=0,0028L^{3,4226}$  ( $n=528$   $r=0,9606$ ) ilişkisi olduğu ve b değeri  $3,423 \pm 0,043$  olarak



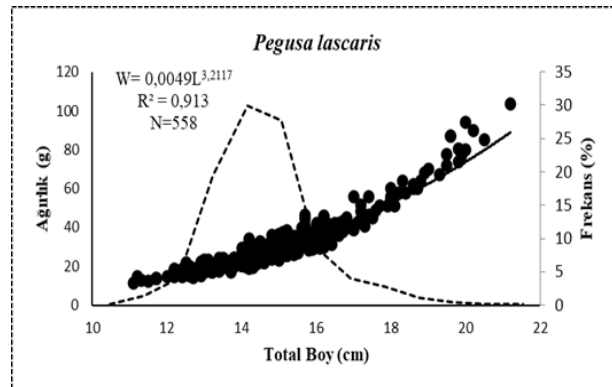
Şekil 3. *S. solea* türüne ait boy-ağırlık ilişkisi grafiği

belirlenmiştir. Boy ağırlık ilişkisinden elde edilen diğer bir parametre olan "a" değeri ise 0,0028 olarak hesaplanmıştır. Solea solea balıklarının boy ve ağırlık değişkenleri arasında yapılan regresyon analizi sonucunda hesaplanan korelasyon katsayıları ilişkisinin oldukça kuvvetli olduğunu ortaya koymuş, r değeri ise 0,9606 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak balıkların pozitif allometrik büyüme gösterdiği saptanmıştır (Şekil 3).

### *Pegusa lascaris* (Risso, 1810)

*P. lascaris* balığına ait boy ve ağırlık değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Fanyalı ağlar ile avlanan *P. lascaris* balığının minimum boyu 11,1 cm, maksimum boyu 21,2 cm ve ortalama boyu  $14,84 \pm 1,55$  cm olarak bulunmuştur. Avlanan *P. lascaris* balığı ağırlık açısından değerlendirildiğinde ise balık bireylerinin minimum ağırlığı 11,80 g, maksimum ağırlığı 103,70 g ve ortalama ağırlığı ise  $29,74 \pm 12,39$  g olarak hesaplanmıştır.

Araştırma boyunca örneklenen *P. lascaris* balığının boy-ağırlık ilişkisi arasında  $W=0,0049L^{3,2117}$  ( $n=558$   $r=0,9555$ ) ilişkisi olduğu ve b değeri  $3,212 \pm 0,042$  olarak belirlenmiştir. Boy ağırlık ilişkisinden elde edilen diğer bir parametre olan "a" değeri ise 0,0049 olarak hesaplanmıştır. *P. lascaris* balıklarının boy ve ağırlık değişkenleri arasında yapılan regresyon analizi sonucunda hesaplanan korelasyon katsayıları ilişkisinin oldukça kuvvetli olduğunu göstermiş, r değeri ise 0,9555 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak balıkların pozitif allometrik büyüme gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. *P. lascaris* türüne ait boy-ağırlık ilişkisi grafiği

*S. solea* balığı boy-ağırlık ilişkisi üzerine daha önce yapılan bazı çalışmalarda, Özyayın ve Taşkavak (2006) tarafından minimum ve maksimum boyların 20,4 cm ve 37 cm, b değeri ise 3,386 olarak belirlenmiş ve çalışmamızda olduğu gibi balık bireylerinin pozitif allometrik

**Tablo 1.** *S. solea* ve *P. lascaris* türlerinin boy-ağırlık ilişkileri üzerine yapılan diğer araştırmalar

	Total Boy (cm)		Ağırlık (g)		Boy ağırlık Parametreleri				Bölge	Referans	
	Ort. ± SD	Min-Mak	Ort. ± SD	Min-Mak	N	a	b	R			Büyüme
<i>Solea solea</i>		11-22,1			21	0,0098	3,002	0,98		Kuzey Ege Denizi	Koutrakis ve Tsikliras (2003)
	25,46±3,37	20,4-37,0	134,47±68,37	57-395	74	0,0022	3,386	0,96	+Allometrik	Doğu Ege Denizi	Özaydın ve Taskavak (2006)
					2130	0,0019	3,453	0,95		Adriyatik	Dulčić ve Glamuzina (2006)
					110	0,0021	3,201	0,95		İzmir Körfezi	Özaydın ve ark. (2007)
		14,7-39,2		30-554	79	0,00375		0,97		Saros Körfezi	İşmen ve ark. (2007)
		15-27		27-172	32	0,0051	3,14	0,94		İzmir Körfezi	Gökçe ve ark. (2007)
		20,8-36,0			72	0,003	3,27	0,97		Ege Denizi	İlkyaz ve ark. (2008)
		19,6-29,5		65,82-231,95	44	0,0232	2,727	0,71		Ege Denizi	Bayhan (2008)
	19,3±4,96	10,5-38,9			45	0,00781	3,08	0,97	İzometrik	Portekiz	Veiga ve ark. (2009)
					141	0,0111	2,966	0,82		İzmir Körfezi	Acarlı ve ark. (2009)
	23,9±2,8	20,0-33,2			53	0,006	3,055	0,85	İzometrik	Marmara Denizi	Demirel ve Dalkara (2012)
		18,6-33,7			171	0,0023		0,92	+Allometrik	Ege Denizi	Bilge ve ark. (2014)
				73	0,007	3,053	0,99		İzmir Körfezi	Acarlı ve ark. (2014)	
	11,7-22,2		13,25-104,71	309	0,0062	3,111	0,9	İzometrik	Doğu Karadeniz	Yeşilçiçek ve ark. (2015)	
<b>18,8±2,04</b>	<b>11,0-27,6</b>	<b>38,67±24,35</b>	<b>10,70-263,20</b>	<b>528</b>	<b>0,0028</b>	<b>3,423</b>	<b>0,96</b>	<b>+Allometrik</b>	<b>Orta Karadeniz</b>	<b>Bu çalışma</b>	
<i>Pegusa lascaris</i>		20,3-33,4		90,00-420,00	22	0,007	3,13		İzometrik	Portekiz	Mendes ve ark. (2004)
		28,1-66,1			15	0,01	3,069	0,98			Froese ve Pauly (2003)
	11,1±4,37	3,3-24,2			140	0,0068	3,2	0,94	+Allometrik	Portekiz	Veiga ve ark. (2009)
		10,4-22,2		07,01-110,33	93	0,0024	3,484	0,95		Karadeniz	Tsagarakis (2015)
	17,64± 2,19	13,80-26,19	54,61± 27,71	21,46-189,9	110	0,0027	3,43	0,96	+Allometrik	Mediterranean	Adamidou ve ark. (2020)
<b>14,84±1,55</b>	<b>11,1-21,2</b>	<b>29,74±12,39</b>	<b>11,8-103,7</b>	<b>552</b>	<b>0,0049</b>	<b>3,212</b>	<b>0,96</b>	<b>+Allometrik</b>	<b>Orta Karadeniz</b>	<b>Bu çalışma</b>	

büyümeye sahip olduğu görülmektedir. İlkyaz ve ark. (2008) tarafından min-maks boy 20,8 cm ve 36 cm, b değeri ise 3,27, Demirel ve Dalkara (2012) tarafından min-maks boy 20,0 cm ve 33,2 cm olduğu, b değerinin ise 3,055, Yeşilçiçek ve ark. (2015) tarafından min-maks boy 11,7 cm ve 22,2 cm, b değeri ise 3,111 olduğu bildirilmiştir. Özekinci ve ark. (2009) tarafından min-maks boy 10 cm ve 32 cm, b değeri ise 2,730 olduğu bildirilmiştir. Daha önceki çalışmalarda hesaplanan değerlerin araştırmada hesaplanan değerlerden farklı olması çalışmaların farklı denizel bölgelerde ve koşullarda yapılmış olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Tablo 1).

Araştırmada ele alınan diğer dil balığı türü *P. lascaris* için Angeliki ve ark. (2020) tarafından minimum ve maksimum boylar 13,8 cm ve 26,19 cm, b değeri ise 3,430 olarak belirlenmiş türün bu araştırmaya benzer şekilde pozitif allometrik büyümeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Mendes ve ark. (2004) tarafından ise bu boylar sırasıyla 20,3 cm ve 33,4 cm, b değeri ise 3,130 olarak hesaplanmış ve bu araştırma sonuçlarından farklı olarak türün izometrik büyümeye sahip olduğu saptanmıştır. Froese ve Pauly (2003) tarafından minimum ve maksimum boylar 28,1 cm ve 66,1

cm, b değeri ise 3,069 olarak hesaplanmıştır. Önceki bazı çalışmalarda *Pegusa lascaris* ile ilgili hesaplanan boy-ağırlık ilişkisi değerlerinin bu araştırma sonuçlarından farklı olması çalışmaların farklı denizel ortamlarda, farklı zamanlarda ve kullanılan av araçlarının teknik özelliklerinin değişik olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tablo 1'de türler üzerine yapılan daha önceki çalışma sonuçları karşılaştırılmıştır.

## Sonuç

Sonuç olarak Orta Karadeniz kıyılarında avlanan dil balıklarının (*Solea solea* ve *Pegusa lascaris*) boy-ağırlık ilişkilerine ilişkin ilk verileri oluşturan bu çalışma populasyon dinamiği üzerine yapılacak diğer çalışmalara katkı sağlayacaktır. Ayrıca bölgede uzatma ağları ile yapılan avcılıkta hedef dışı tür olarak avlanan dil balıklarının diğer denizlerimizde hedef tür olarak etkin avcılığının yapılması ve tebliğde 20 cm olan minimum avlama boyunun yer alması, bu türler üzerinde daha dikkatli durulmasının önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca Karadeniz ekosistemi, iklim değişiklikleri, küresel ısınma ve kirlilik gibi birçok faktör tarafından etkilenecek değişim göstermektedir. Bu nedenle Karadeniz balık stoklarının yapısında,



üreme ve beslenme göçleri ile türler arasındaki rekabet ve etkileşimlerde de değişimler meydana gelmektedir (Bat ve ark., 2007). Bu değişimler son yıllarda balıkçılık faaliyetleri ve su ürünleri üretimi üzerinde de etkisini göstererek bazı değişimlere neden olmaya başlamıştır.

Karadeniz kıyı balıkçılığı için hedef dışı tür konumundan hedef tür konumuna gelen ve ekonomik değerini her geçen yıl artıran iskorpit (çarpan), bazı kaya balıkları ve yengeç türlerine benzer şekilde, yakın gelecekte de dil balıklarının hedef tür konumuna gelmesi öngörülmektedir. Tüm bu etken ve öngörüler dikkate alındığında bu türler ile ilgili Karadeniz'deki araştırmalara daha fazla odaklanılarak ağırlık verilmesi gerekmektedir.

### Teşekkür

Çalışmaya yaptıkları önemli katkılardan dolayı, Dr. Süleyman ÖZDEMİR ve Dr. Yakup ERDEM'e teşekkürlerimizi sunarız. Bu araştırma SÜF-

1901-14-06 nolu proje ile Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Ayrıca 1. yazarın Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı'nda hazırlanmış olan Doktora tezinin bir parçasını oluşturmaktadır.

### ETİK STANDARTLARA UYUM

#### Yazarların Katkısı

Tüm yazarların makaleye katkısı eşittir.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

#### Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

### Kaynaklar

- Acarlı, D., Kara, A. & Bayhan, B. (2014). Length-weight relations for 29 fish species from Homa Lagoon, Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 44(3): 249-257.
- Acarlı, D., Kara, A., Bayhan, B. & Coker, T. (2009). Catch composition and catch efficiency of species caught from Homa Lagoon (Izmir Bay, Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 26(1): 39-47.
- Adamidou, A., Pardalou, A. & Tskliras, A. C. (2020). Length-weight relationships of 31 fish and invertebrate species in the Northern Aegean Sea (Eastern Mediterranean Sea). *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 36: 303-307.
- Bat, L., Şahin, F., Satılmış, H. H., Üstün, F., Birinci Özdemir, Z., Kideys, A. E. & Shulman, G. E. (2007). The changed ecosystem of the black sea and its impact on anchovy fisheries. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 1(4): 191-227.
- Bayhan, B., Sever, T. M. & Taşkavak, E. (2008). Length-weight relationships of seven flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes) from Aegean Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(2): 377-379.
- Bilge, G., Yapıcı, S., Filiz, H. & Cerim, H. (2014). Weight-length relations for 103 fish species from the Southern Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 44: 263-269.
- Çalık, S. & Erdoğan Sağlam, N. (2017). Length-weight relationships of demersal fish species caught by bottom trawl from Eastern Black Sea (Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, 58: 485-490.
- Demirel, N. & Dalkara, E. M. (2012). Weight-length relationships of 28 fish species in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Zoology*, 36: 785-791.
- Dulčić, J. & Glamuzina, B. (2006). Length-weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4): 254-256. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00633.x>
- Erdem, Y. & Özdemir, S. (2008). Karadeniz kıyılarında çift tekne ile çekilen ortasu trolü ile bazı pelajik balıkların avcılığı, *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2): 78-82.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Erdem, E. & Birinci Özdemir, Z. (2007). Dip trolü ile iki farklı derinlikte avlanan mezgit (*Gadus merlangus euxinus* N. 1840) balığının av verimi ve boy kompozisyonunun değişimi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3-5(3-4): 395-400.
- Esmaili, H. R. & Ebrahimi, M. (2006). Length-weight relationships of some freshwater fishes of Iran. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4): 328-329.
- Froese, R. (2006). Cubelaw, condition factor and weightlength relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 241-253.
- Froese, R. & Pauly, D. (Eds.) (2003). FishBase, World Wide Web Electronic Publication. <http://www.fishbase.org>, Version 5.
- Gökçe, G., Aydın, İ. & Metin, C. (2007). Length-weight relationships of 7 fish species from the North Aegean Sea, Turkey. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1: 51-52.
- Ilkyaz, A., Metin, G., Soykan, O. & Kinacıgil, H. (2008). Length-weight relationship of 62 fish species from the Central Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 24: 699-702.
- İşmen, A., Yığın, C. & Ismen, P. (2007). Age, growth, reproductive biology and feed of the common guitarfish (*Rhinobatos rhinobatos* Linnaeus, 1758) in Iskenderun Bay, the eastern Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 84(2): 263-269.

- Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S. & Samsun, O. (2007). Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 33-36.
- Kasapoğlu, N. & Düzgüneş, E., (2013). Length-weight relationships of marine species caught by five gears from the Black Sea. *Mediterranean Marine Science*, 15(1): 95-100.
- Koutrakis, E. T. & Tsikliras, A. C. (2003). Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 19(4): 258-260. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2003.00456.x>
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2): 201-219. <https://doi.org/10.2307/1540>
- Mendes, B., Fonseca, P. & Campos, A. (2004). Weight-length relationships for 46 fish species of the Portuguese West Coast. *Journal of Applied Ichthyology*, 20(5): 355-361.
- Moutopoulos, D. K. & Stergiou, K. I. (2002). Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 200-203.
- Özaydın, O. & Taskavak, E. (2006). Length-weight relationships for 47 fish species from Izmir Bay (eastern Aegean Sea, Turkey). *Acta Adriatica: international journal of Marine Sciences*, 47: 211-216.
- Özaydın, O., Uçkun, D., Akalın, S., Leblebici, S. & Tosunoğlu, Z. (2007). Length-weight relationships of fishes captured from Izmir Bay, Central Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 695-696.
- Özdemir, S. & Duyar, H. A. (2013). Length-weight relationships for ten fish species collected by trawl surveys from Black Sea coast, Turkey. *International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences*, 1: 2320-4087.
- Özdemir, S. & Erdem, E. (2011). Comparison of size composition and catch amount of whiting (*Merlangius merlangus* euxinus, N.) and red mullet (*Mullus barbatus* ponticus, E.) captured by bottom trawl in different fishing fields. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 5(3): 196-204.
- Özdemir, S. & Erdem, E. (2018). Monitoring of weekly catch per unit effort (CPUE) and some biological features of bluefish (*Pomatomus saltatrix* Linnaeus, 1766) captured from southern Black Sea coasts of Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 7(2): 68-73.
- Özdemir, S., Erdem, E., Birinci-Özdemir, Z. & Aksu, H. (2015). Monthly monitoring of length-weight relationships of allis shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835), horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindacher, 1968) and sprat (*Sprattus sprattus* Linnaeus, 1758) from the southern Black Sea, Turkey. *Cahiers de Biologie Marine*, 56(1): 25-30.
- Özdemir, S., Özşansdıkcı, U., Erdem, Y. & Büyükdeveci, F. (2017a). Seasonal catch compositions of turbot gillnets in Southern Central Black Sea Coasts. *Yunus Research Bulletin*, 17(4): 325-334.
- Özdemir, S., Özşansdıkcı, U., Erdem, Y. & Büyükdeveci, F. (2017b). Sinop kıyılarında kullanılan fanyalı uzatma ağlarına hedef dışı yakalanan yengeç türlerinin av kompozisyonu. *Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 3(2): 55-62.
- Özdemir, S., Söyleyici H., Birinci Özdemir, Z., Özşansdıkcı, U. & Büyükdeveci, F. (2018). Determination of monthly length-weight relationships and length composition of whiting (*Merlangius merlangus euxinus*) captured from the Black Sea Coasts (Sinop-Samsun). *Aquatic Research*, 1(1): 26-37.
- Özdemir, S., Erdem, E., Birinci Özdemir, Z. & Şahin, D. (2009). Karadeniz'de avlanan pelajik türlerden İstavrit (*Trachurus trachurus*), Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) ve Tirsi (*Alosa alosa*) balıklarının boy kompozisyonundan populasyon parametrelerinin tahmini. *Firat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(1): 1-8.
- Özekinci, U., Cengiz, Ö., Ismen, A., Altınagac, U. & Ayaz, A. (2009). Length-weight relationships of thirteen flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes) from Saroz Bay (North Aegean Sea, Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(9): 1800-1801.
- Pauly, D. (1984). Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM. Manila, Philippines, 325 p.
- Pauly, D. (1993). Fishbyte section editorial. *Naga ICLARM Q.* 16: 26.
- Petrakis, G. & Stergiou, K. I. (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21: 465-469.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 1-382.
- Sağlam, N. E. & Sağlam, C. (2012). Population parameters of whiting (*Merlangius merlangus euxinus* L., 1758) in the South-Eastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 831-839.
- Samsun, N., Kalaycı, F., Samsun, O. & Bilgin, B. (2006). Samsun Körfezi'nde avlanan istavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) balığının bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3): 481-486.
- Samsun, O. & Akyol, O. (2017). Exploitation rate of whiting, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) in the Central Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 3(1): 20-26.
- Samsun, O., Akyol, O., Ceyhan, T. & Erdem, Y. (2017). Length-weight relationships for 11 fish species from the Central Black Sea, Turkey. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 34(4): 455-458.
- Schneider, J. C., Laarman, P. W. & Gowing, H. (2000). Length weight relationships. In: Schneider JC, (Ed). Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor.
- Tsagarakis, K., Başusta, A., Başusta, N., Biandolino, F., Bostancı, D., Buz, K. & Machias, A. (2015). New fisheries-related data from the Mediterranean Sea (October 2015). *Mediterranean Marine Science*, 16(3): 703-713.
- Veiga, P., Machado, D., Almeida, C., Bentes, L., Monteiro, P., Oliveira, F. & Gonçalves, J. M. S. (2009). Weight-length relationships for 54 species of the Arade estuary, southern Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(4): 493-496.

Yeilecek, T., Kalayci, F. & ahin, C. (2015). Length-weight relationships of 10 fish species from the Southern Black Sea, Turkey. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 9(1): 19-23.