

# Acta Aquatica Turcica

## Türk Su Bilimleri Dergisi



2019

Vol : 15

Number : 2

| Cilt : 15

Sayı : 2

e-ISSN: 2651-5474

**ACTA AQUATICA TURCICA  
TÜRK SU BİLİMLERİ DERGİSİ  
(YIL 2019 – CİLT: 15 – SAYI 2)**

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi  
Adına Sahibi /  
Owner of Behalf of Isparta University of Applied Sciences, Eğirdir Fisheries Faculty

Ayşegül KUBİLAY

**Baş Editör / Editor in Chief**

Yunus Ömer BOYACI

**Editörler / Editors**

Şengül BİLGİN  
Seval BAHADIR KOCA  
Seçil METİN

**Mizanpaj Editörleri / Layout Editors**

Salim Serkan GÜÇLÜ  
Ufuk Gürkan YILDIRIM

**İngilizce Editörü / English Editor**

Arda ÖZEN

**İletişim / Contact**

Acta Aquatica Turcica  
Yayın Komisyonu Başkanlığı,  
32260 Doğu Yerleşkesi-İSPARTA  
Tel: 0 246 2118661 Faks: 0 246 2118697  
<http://dergipark.gov.tr/actaquatr>  
E-Posta: [actaquatr@isparta.edu.tr](mailto:actaquatr@isparta.edu.tr)

**E-ISSN: 2651-5474**

---

Yayın Tarihi: Haziran - 2019

**ACTA AQUATICA TURCICA**  
**(YIL 2019 – CİLT: 15 – SAYI: 2)**

---

**YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD\***

---

Altan LÖK	Ege University, TÜRKİYE
Doru Stelian BĂNĂDUC	Lucian Blaga” University of Sibiu, ROMANIA
Ercüment GENÇ	Ankara University, TÜRKİYE
Erdoğan ÇİÇEK	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, TÜRKİYE
Erik JEPPESEN	Aarhus University, DENMARK
Eugenia BEZİRTZOGLU	Democritus University of Thrace, GREECE
Hamid Reza ESMAEILI	Shiraz University IRAN
Karim ERZINI	University of Algarve, PORTUGAL
Magdolna Müllerne TRENOVSZKI	Szent Istvan University, HUNGARY
Özkan ÖZDEN	İstanbul University, TÜRKİYE
Pavel KOZAK	University of South Bohemia, CZECHIA
Stamatis ZOGARİS	Hellenic Centre for Marine Reseach, GREECE
Stefan BERGLEITER	Naturland, GERMANY
Süheyla KARATAŞ STEINUM	İstanbul University, TÜRKİYE
Tom WİKLUND	Åbo Akademi University, FINLAND
Viladimir PESIC	University of Montenegro, MONTENEGRO
Yazdan KEIVANY	Isfahan University of Technology, IRAN

---

\* Liste akademik unvan ve isme göre alfabetik sırayla hazırlanmıştır.

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### **ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH PAPERS:**

---

Karadeniz'e Kıyısı Bulunan Ülkelerin Karadeniz'deki Balıkçılık Yetki Alanları ve Balıkçılık Faaliyetleri <b>İsmet BALIK</b> .....	117-125
Determination of Some Quality Changes of Sous Vide-Sea Bass Fillets ( <i>Dicentrarchus labrax</i> , Linnaeus, 1758) Treated with Dried Basil, Fresh Garlic, and Dill Weed <b>Zafer CEYLAN, Gülgün F. ÜNAL ŞENGÖR</b> .....	126-134
First Record of <i>Praethecacineta halacari</i> (Suctorea: Ciliophora) from Antalya, Turkey <b>Furkan DURUCAN, Yunus Ömer BOYACI</b> .....	135-138
Reporting of Sexual Population of <i>Heterocypris incongruens</i> (Ramdohr, 1808) from a Man-Made Pond (Kahramanmaraş, Turkey) and Comparison of Hemipenes of the Genus <i>Heterocypris</i> Claus, 1892 <b>Mehmet YAVUZATMACA, Okan KÜLKÖYLÜOĞLU</b> .....	139-150
<i>Ulva rigida</i> (C. Agardh) Makroalginin Fasulye Bitkisinin Üretiminde Organik Madde Kaynağı Olarak Kullanımının Araştırılması <b>Yasemin Özlem ENGİN, Bülent YAĞMUR, Semra CİRİK, Bülent OKUR, Dursun EŞİYOK, Şevket GÖKPINAR</b> .....	151-162
Marmara Denizi'nde Yayılış Gösteren <i>Aurelia aurita</i> Denizanası Türünün Filogenetik Analizi <b>Meltem GÜNEŞ, Fikriye POLAT</b> .....	163-170
Türkiye Denizleri Işık Etkileşimleri <b>Fethi BENGİL, Sinan MAVRUK</b> .....	171-180
<i>Oreochromis niloticus</i> 'un Kas Dokusunda Glutathione S-Transferaz Aktivitesi, Glutasyon ve Protein Miktarı Üzerine Bakır ve Bakırın Kalsiyum Karışımlarının Etkisi <b>Gülbin FİRİDİN</b> .....	181-187
Seasonal Variation in Planktonic Microcrustacea (Copepoda, Cladocera) Diversity in Kadıköy Reservoir (Edirne/Turkey) <b>Hüseyin GÜHER</b> .....	188-196
The Role of Gelatin-Based Film Coating Combined with Orange Peel Essential Oil on the Quality of Refrigerated Shrimp <b>Yunus ALPARSLAN, Taçnur BAYGAR, Cansu METİN, Hatice H. YAPICI, Tuba BAYGAR</b> .....	197-212
Ankara ve Çanakkale'de Su Ürünleri Tüketim Tercihleri ve Alışkanlıklarının Karşılaştırılması <b>Sercan BAYRAKTAR, Sebahattin ERGÜN, Zayde AYVAZ</b> .....	213-226
Türkiye Kıyılarında Bulunan Pelajik Ketognat Türlerinin Tayin Anahtarı <b>Tuba TERBIYIK KURT, Sevim POLAT</b> .....	227-238
Investigation of Prevalence of Co-Infection by <i>Batrachochytrium dendrobatidis</i> and Ranavirus in Endemic Beyşehir Frog ( <i>Pelophylax caralitanus</i> ) <b>Ugur Cengiz ERİŞMİŞ, Taner YOLDAŞ, Cevdet UĞUZ</b> .....	239-246

Türkiye Su Kenesi (Acari, Hydrachnidia) Faunası İçin Yeni Kayıt; *Arrenurus*  
(*Micruracarus*) *biscissus*, Lebert 1869  
**Ferruh AŞÇI, Yunus Ömer BOYACI, Nazife ALPASLAN, Gamze Kübra ÇETİN..... 247-251**

***DERLEME / REVIEWS:***

---

Balıklarda Feromonlar  
**Gülsemin ŞEN AĞILKAYA, Sahire KARAYTUĞ, İsa ŞEN..... 252-261**

## Karadeniz'e Kıyısı Bulunan Ülkelerin Karadeniz'deki Balıkçılık Yetki Alanları ve Balıkçılık Faaliyetleri

İsmet BALIK<sup>1</sup>

Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu, Türkiye

Sorumlu Yazar: ibalik@hotmail.com

**Araştırma Makalesi**

Geliş 13 Ağustos 2018; Kabul 09 Ekim 2018; Basım 01 Haziran 2019.

**Alıntılama:** Balık, İ. (2019). Karadeniz'e kıyısı bulunan ülkelerin Karadeniz'deki balıkçılık yetki alanları ve balıkçılık faaliyetleri. *Acta Aequatica Turcica*, 15(2), 117-125. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577155>

### Özet

Bu çalışmada, Karadeniz'e kıyısı olan Türkiye, Gürcistan, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Romanya ve Bulgaristan'ın balıkçılık sahalarının ve av güçlerinin büyüklüğü tespit edilmiş, 1950 yılından itibaren kıyıdaş ülkelerin bu denizden avladıkları su ürünlerinin miktarları incelenmiştir. Av ve av gücü verileri "www.seararoundus.org" ve FAO balıkçılık istatistiklerinden alınmıştır. Bunun yanı sıra ülkelerin resmi istatistikleri ve yapılan bilimsel araştırmaların sonuçlarından da yararlanılmıştır. Kıyıdaş ülkelerin Karadeniz'den elde ettikleri toplam avın 1950'li yıllarda 400-500 bin ton yıl<sup>-1</sup> arasında değiştiği, 1980'li yıllarda ise 1.3 milyon ton yıl<sup>-1</sup>'a kadar yükseldiği tespit edilmiştir. Ancak, 1980'li yılların sonunda hızlı bir azalma gösteren Karadeniz'den elde edilen balık üretimi 1990'lı yılların başlarında 500 bin ton yıl<sup>-1</sup>'in altına kadar düşmüştür. 1990'lı yılların başından günümüze kadar olan yıllık üretim ise 500-900 bin ton yıl<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Balık üretiminde 1950'li yıllara kadara Sovyetler Birliği en büyük paya sahip iken, bu ülkeyi Türkiye ve Ukrayna izlemiştir. Türkiye'nin bu denizden elde ettiği üretim 1980'li yılların başlarından sonra hızla artarken, Rusya Federasyonu'nun üretimi hızla azalmıştır. Son yıllardaki üretim miktarları bakımından ülkeler Türkiye, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Gürcistan, Bulgaristan ve Romanya şeklinde sıralanmaktadır.

*Anahtar kelimeler:* Karadeniz'e kıyısı olan ülkeler, Balıkçılık, Balıkçılık ekonomisi.

### Maritime Jurisdiction Areas and Fisheries Activities of Riparian Countries in the Black Sea

#### Abstract

In this study, the fishing areas and efforts of Turkey, Georgia, Russia, Ukraine, Romania and Bulgaria have been compared and, fluctuations in the fish catch amounts of riparian countries were investigated since 1950. Fishing fleets and catch values were taken from "www.seararoundus.org" and FAO fishing statistics. In addition, the official statistics of the countries and the results of the scientific researches were also used. By using the data, the roles of the riparian countries in the Black Sea fisheries was evaluated. While total catch obtained by the riparian countries from the Black Sea was between 400-500 thousand tons year<sup>-1</sup> in the 1950s and it was 1.3 million tons year<sup>-1</sup> in the 1980s. However, at the end of the 1980s it showed a rapid decline and fell to below 500 thousand tons in the early 1990s. Annual catch from the beginning of the 1990s to the recent years varied between 500 and 900 thousand tons. Until the late 1970s, the Soviet Union's share in this total catch was the highest and followed by Turkey and Ukraine. While the catch obtained by Turkish fishermen increased sharply in the early 1980s, it decreased sharply for Russian fishermen.

*Keywords:* Countries in the coast of Black Sea, Fishery, Fisheries economy.

### GİRİŞ

Denizler, yazılı tarih öncesi çağlardan başlayarak insanlığa sundukları doğal kaynaklar ve kullanım olanakları ile bir ilgi ve etkinlik odağı oluşturmuşlardır. İlk yerleşim birimlerinin kurulduğu yerler özellikle göl, ırmak ve deniz kıyıları olmuştur. Suyun bu yapılanmada temel tercih olmasının başlıca nedenleri onun kullanımına duyulan ihtiyaç ve özellikle yaşamın sürdürülmesinde "vazgeçilmez" olmasıdır (Ergin, 2002). Günümüzde denizler, eskiden olduğu gibi sadece ülkeleri birbirinden ayıran doğal bir sınır değil, onları en kolay yoldan birbirine yaklaştıran su yolu, ekonomik ve kültürel kontak noktası ve önemli ekonomik bir kaynak durumundadır (Emiroğlu, 1987).

Karadeniz 6 ülkeye kıyısı olan bir iç denizdir. İstanbul Boğazı aracılığı ile Marmara Denizi'yle, Kerç Boğazı'yla da Azak Denizi'yle bağlantılıdır. İstanbul Boğazı, 0,7-3,5 km genişliğinde, 39-100 m derinliğinde ve 31 km uzunluğunda dar, ince ve sığ bir kanaldır (Blacksea-comission, 2018). Karadeniz'in en derin bölgesi Türkiye'nin İnebolu açıkları (2.206 m) civarındadır. Ortalama derinliği ise 1.300 m'dir. Yüzölçümü, 36.875 km<sup>2</sup>'lik Azak Denizi ile birlikte 459.064 km<sup>2</sup>, su hacmi ise 537 bin km<sup>3</sup>'tür. Doğu-batı yönünde en uç noktalar arasındaki uzaklık 1.149 km, kuzey-güney yönünde en fazla genişlik ise 611 km'dir. Karadeniz'in en dar kesiti olan, İnceburun (Sinop) ile Yalta kıyıları arasındaki mesafe 250 km'dir. En geniş yeri ise İstanbul Boğazı'nın Karadeniz girişi ile Dinyeper Irmağı ağız kısmı arasındadır (Doğanay, 1997).

Dinyeper, Dinyester, Tuna ve Don Avrupa'nın Karadeniz'e akan büyük nehirlerdir. Özellikle Tuna Nehri, tüm orta ve doğu Avrupa ile Balkanlar'ın endüstri ve evsel atık sularının boşaltıldığı bir yüzeysel su olup, doğal yaşam için ölümcül miktarda organik ve inorganik maddeyi Karadeniz'e taşımakta, kirli sular oradan da boğazlar yoluyla Marmara Denizi'ne taşınmaktadır. Karadeniz'in sadece ince bir üst su tabakasında (derinliği 150 m'ye kadar olan) canlı hayat söz konusudur. Daha derin katmanlarda ise yüzyıllardan beri çürüyen organik maddelerin sebep olduğu hidrojen sülfür içeren su kütlesi mevcuttur. Bu nedenle 150 m'nin altındaki sularda sadece protozoalar, bakteriler ve bazı çok hücreli omurgasızlar yaşamaktadır. Ancak bu konudaki bilgiler de oldukça sınırlıdır. Bu iki farklı katman arasındaki dengenin bozulması ekosistemi ve insanlara telafisi zor zararlar verebilecek tehlikelere neden olabilir (Blacksea-comission, 2018).

Karadeniz'deki balık stokları bu denize kıyısı olan Türkiye, Gürcistan, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Romanya ve Bulgaristan tarafından paylaşılmaktadır. Bu ülkelerden Romanya ve Bulgaristan AB üyesidir. Romanya ve Bulgaristan balıkçılık sahalarında yapılan çaça (*Sprattus sprattus*) ve kalkan (*Scophthalmus maximus*) balığı avcılığı için 2008 yılından itibaren kota uygulaması getirilmiştir. Son olarak, Akdeniz Genel Balıkçılık Komisyonu (GFCM)'nin 2018 yılı için Ekim ayında almış olduğu kararı onamıştır. Söz konusu karara göre, Karadeniz'den Romanya ve Bulgaristan'ın 2018 yılında avlayabileceği toplam çaça miktarı 11.475 ton yıl<sup>-1</sup>, kalkan balığı miktarı ise 644 ton yıl<sup>-1</sup>'dir. Özellikle son yıllarda aşırı avcılığın yaratmış olduğu tahribatı önlemek için GFCM ilk defa bazı yeni kararlar almıştır. Bu kararlara göre paydaş ülkeler, Karadeniz'deki kalkan avcılığı için çok yıllık bir yönetim planı üzerinde anlaşmışlardır. Anlaşma kısa vadede kalkan balığı için bir kota uygulanmasını öngörmekle birlikte, 2020 yılından itibaren ilave yönetim tedbirleri içeren tam teşekküllü bir yönetim planı haline gelecektir (European Commission, 2018).

Denizlerde doğal çevrenin ve canlılar arasındaki yaşamsal dengenin korunması, türlerin azalıp çoğalmalarına neden olacak genel ve yerel olumsuz faktörlerin ortadan kaldırılması ve engellenmesi gerekmektedir (Emiroğlu, 1987). Bu amaçla, başta su ürünleri stoklarında görülen azalmaya karşı etkili önlemlerin alınması olmak üzere, kıyıdaş ülkelerin müşterek hareket etmelerini zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmayla kıyısı olan ülkelerin 1950 yılından beri Karadeniz'den avladıkları balık türleri ve miktarları, av miktarlarındaki dalgalanmalar, kıyıdaş ülkelerin bu dalgalanmalara olan olası etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

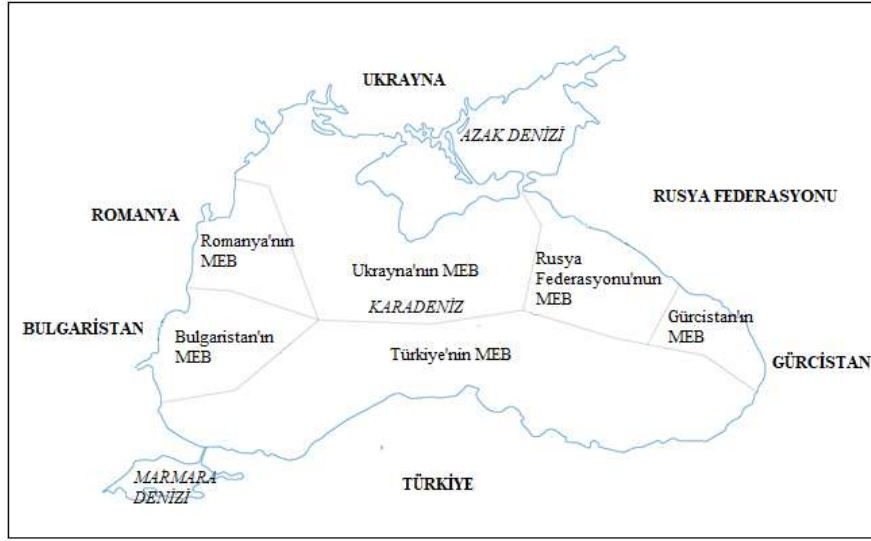
## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerin öncelikle kıyı uzunluğu, kıta sahanlığı, kıyı balıkçılık alanı ve münhasır ekonomik bölgesi gibi balıkçılık yetki alanlarının büyüklükleri tespit edilmiştir. Bu amaçla, Karadeniz ve Azak Denizi üzerine yapılmış araştırmalar taranmış, ülkelerin kıyı uzunlukları ve balıkçılık yetki alanları üzerine bildirilen verilerin doğruluğu haritalar üzerinden teyit edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanı sıra kıyıdaş ülkelerin 1950 yılından günümüze kadar bu denizden avlamış oldukları su ürünlerinin miktarları Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) (2018) ve Sea Around Us (SAU) (2018) kayıtlarından çıkartılmış, Avrupa Komisyonu ve GFCM'in raporları ile bilimsel araştırmaların sonuçları incelenmiştir. Karadeniz'e kıyı olan ülkelerin balıkçılık yetki alanları ve elde etmiş oldukları su ürünleri av miktarlarından birim kıyı uzunluğu, münhasır ekonomik bölge, kıta sahanlığı ve kıyı balıkçılık alanı başına düşen yıllık av miktarları aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

- Birim Kıyı Uzunluğu Başına Av Miktarı,  $Y_{(KU)}=Y/KU$   
Y=Yıllık Av miktarı (Ton), KU=Kıyı Uzunluğu (km)
- Birim Münhasır Ekonomik Bölge Başına Av Miktarı,  $Y_{(MEB)}=Y/MEB$   
MEB=Münhasır Ekonomik Bölge (km<sup>2</sup>)
- Birim Kıta Sahaneliği Başına Av Miktarı  $Y_{(KS)}=Y/KS$   
KS= Kıta Sahaneliği (km<sup>2</sup>)
- Birim Kıyı Balıkçılık Alanı Başına Av Miktarı  $Y_{(KBA)}=Y/KBA$   
KBA=Kıyı Balıkçılık Alanı (km<sup>2</sup>)

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Karadeniz; kuzeyi Ukrayna, kuzey-doğusu Rusya Federasyonu, doğusu Gürcistan, güneyi Türkiye, batısı Bulgaristan ve Romanya ile çevrili bir iç denizdir (Şekil 1).



Şekil 1. Karadeniz ve kıyısı olan ülkeler.

Azak Denizi dahil Karadeniz'in toplam kıyı uzunluğu 4.869 km'dir. Bunun 3.456 km'sini Ukrayna (1.756 km, %36,1) ve Türkiye (1.700 km, %34,9)'nin kıyıları oluşturmaktadır. Diğer ülkelerin Karadeniz'e olan kıyı uzunlukları ise Tablo 1'de görüldüğü gibi oldukça azdır.

**Tablo 1.** Karadeniz'e kıyısı olan ülkelerin kıyı uzunlukları, münhasır ekonomik bölgeleri, kıta sahanlıkları ve kıyı balıkçılık alanları.

Ülke	Kıyı uzunluğu (km)	MEB (km <sup>2</sup> )	Kıta sahanlığı (km <sup>2</sup> )	Kıyı balıkçılık alanı (km <sup>2</sup> )
Türkiye	1.700	172.484	18.899	18.899
Gürcistan	322	22.947	2.529	2.529
Rusya Federasyonu	421	67.351	19.828	18.906
Ukrayna	1.756	132.414	73.847	59.011
Romanya	256	29.756	23.283	10.790
Bulgaristan	414	35.132	11.902	11.243
Toplam	4.869	460.084	150.288	121.378

Ülkelerin balıkçılık yapabilecekleri alanların sınırları, Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesinde (BMDHS) belirtilen kurallar çerçevesinde, kıyıdaş ülkelerle yapılan anlaşmalarla belirlenmiştir. Balıkçılık açısından bu sahaların en geniş ve en önemlisi Münhasır Ekonomik Bölge (MEB)'dir.

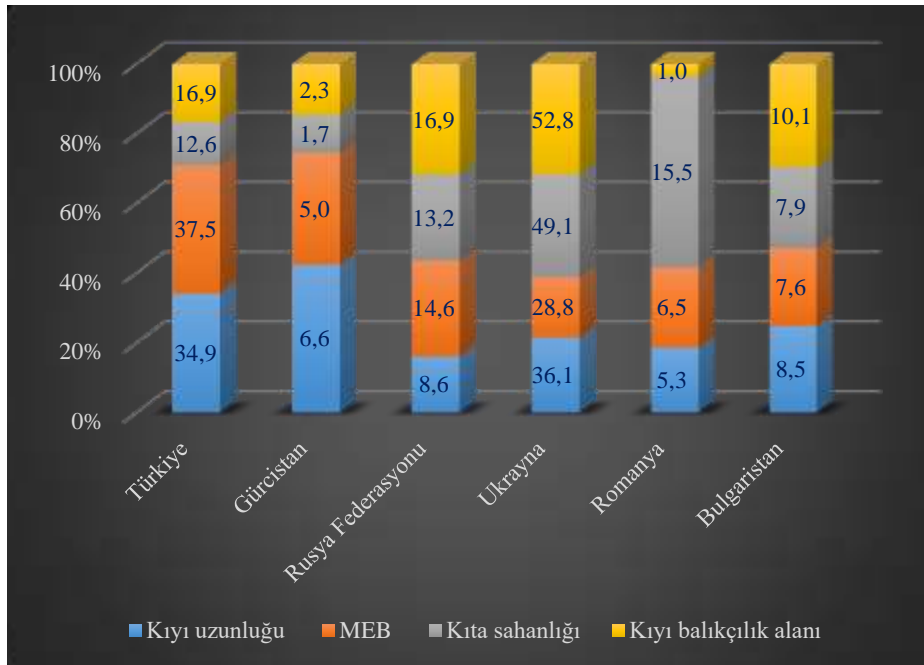
Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi'nde MEB, kıyı devletine kara sularının ölçülmeye başlandığı hattan itibaren 200 mil genişlikteki deniz alanında kalan su tabakası ile deniz yatağı ve onun toprak altında münhasır ekonomik haklar ve yetkiler tanıyan deniz alanı olarak tanımlanır



(Karapınar, 2015). Söz konusu bölgede gerek deniz yatağı altında, gerekse içerisinde, su yüzeyi, toprak altı ve üstü, canlı ve cansız doğal kaynakların araştırılması, işletilmesi, korunması ve idaresine ilişkin kıyı devletine önemli ekonomik haklar ve yetkiler veren bir kavramdır (Kuran, 2009). Bu alan kıyı devletinin mutlak egemenliği altında bir alan olmayıp, kıyı devletine sadece doğal kaynaklar üzerinde münhasır yetkiler tanıyan bir deniz alanıdır. Dolayısıyla, kıyı ülkesinin balıkçılık faaliyetlerini sürdürebileceği sahanın sınırlarını belirleyen MEB'ye Karadeniz'de en fazla sahip olan ülke, Türkiye'dir. Toplam MEB'nin %37,5'ine sahip olan Türkiye'yi %28,8'lik MEB oranı ile Ukrayna izlemektedir. Şekil 1'de gösterilen harita incelendiğinde de görüleceği üzere diğer ülkelerin MEB'leri bu iki ülkeye göre oldukça küçüktür.

Kıta sahanlığı coğrafi olarak, kıyı devletinin denizin altında devam eden doğal uzantısıdır (Pazarcı, 1984). Hukuki anlamda ise kıta sahanlığı adı verilen bölge, kıyı devletinin karasularının ilerisinde ama kıyıya bitişik durumdaki deniz tabanı ve altındaki cansız varlıkların araştırılması ve işletilmesi konusunda münhasır hak sahibi olduğu deniz yetki alanıdır. Bu alan, kıyı çizgisinden 200 deniz mili uzaklığa ve hatta tabii kıta sahanlığı daha ileriye gidiyorsa deniz derinliğinin 2500 metreyi bulduğu izobar çizgisinin 150 deniz mili açığına kadar gidebilen ve üst sınırı her durumda 350 deniz mili olabilen bölgedir (Kuran, 2009). Chuenpagdee vd. (2006)'ye göre Kıyı Balıkçılık Alanı terimi hangisi önce gelirse "kıyından 50 km açığa veya 200 m derinliğe" kadar olan kıyı şeridinde verilen isimdir.

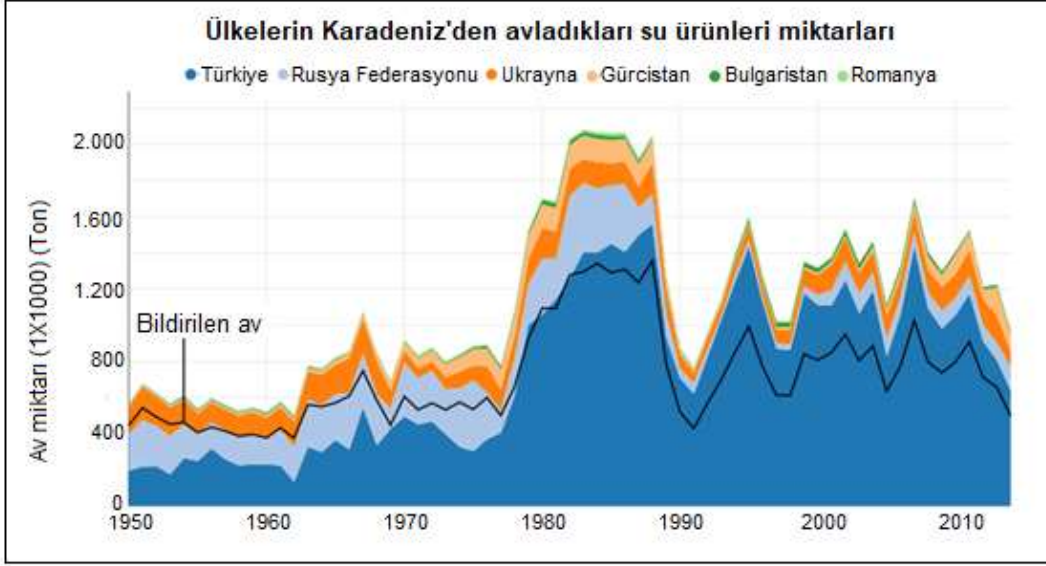
Kıta sahanlığı ve kıyı balıkçılık sahası bakımından ise en zengin ülke, Ukrayna'dır. Ukrayna'yı, kıta sahanlığı bakımından Romanya ve Rusya Federasyonu, kıyı balıkçılık sahası bakımından ise Rusya Federasyonu ve Türkiye izlemektedir. Ukrayna ve Rusya'nın gerek MEB'leri, gerekse kıta sahanlıkları ve kıyı balıkçılık sahaslarının önemli bir kısmı Azak Denizi'nde bulunmaktadır. Özellikle Rusya Federasyonu'nun kıta sahanlığı ve kıyı balıkçılık sahası Karadeniz bölümünde oldukça sınırlı iken, Azak Denizi'nde oldukça geniştir. Diğer ülkelerden Romanya ve Bulgaristan ise hemen hemen eşit büyüklükte kıyı balıkçılık sahasına sahiptir. Ancak Romanya'nın sahip olduğu kıta sahanlığı Bulgaristan'a göre yaklaşık iki kat daha fazladır. Bulgaristan'ın MEB'si (35.132 km<sup>2</sup>) çok geniş değilse de kıta sahanlığı (11.902 km<sup>2</sup>) ve kıyı balıkçılık alanı (11.243 km<sup>2</sup>) oransal olarak oldukça fazladır. Gürcistan ise en az MEB, kıta sahanlığı ve kıyı balıkçılık sahasına sahip olan ülkedir. Bu ülkenin özellikle kıta sahanlığı ve kıyı balıkçılık sahası oldukça sınırlıdır. Bu durum, Türkiye kıyılarında olduğu gibi dar bir kıta sahanlığına sahip olmasından ileri gelmektedir.



Şekil 2. Ülkelerin Karadeniz'e olan kıyı uzunlukları ile toplam MEB, kıta sahanlığı ve kıyı balıkçılık sahası içerisindeki payları.

### Ülkelerin su ürünleri avcılığı

Karadeniz'e kıyısı olan ülkeler, Karadeniz'den avladıkları su ürünleri miktarı bakımından karşılaştırıldığında, 1950 yılından 1970'li yılların sonlarına kadar Türkiye ile Rusya Federasyonu (Eski Sovyetler Birliği)'nin benzer miktarlarda su ürünleri avladıkları anlaşılmaktadır. Ancak, Şekil 3'de görüldüğü gibi 1970'li yılların sonlarından itibaren Türkiye'nin Karadeniz'den avladığı su ürünlerinin miktarı hızla artar iken, Rusya Federasyonu tarafından avlanan su ürünlerinin miktarı 1980'li yılların sonlarından itibaren önemli oranda azalmıştır.



Şekil 3. Karadeniz'den, 1950 yılından 2014 yılına kadar avlanan su ürünlerinin, kıyısı olan ülkelere göre dağılımı.

SAU (2008) istatistiklerinden, 1970'li yıllardan itibaren Rusya Federasyonu'nun su ürünleri avcılığı için Karadeniz yerine Uzak Doğu'ya ve Barent Denizi'ne yöneldiği anlaşılmaktadır. Türkiye ise, 1990'lı yılların ortalarına kadar sadece Akdeniz, Ege Denizi, Marmara Denizi ve Karadeniz'deki kendi yetki alanlarında avcılık yapmıştır. Ancak, 1990'lı yılların ortalarından itibaren yapılan anlaşmalarla Karadeniz'in Gürcistan sularında da avcılık yapmaya başlamıştır. Bunun yanı sıra son yıllarda Moritanya kıyılarında da su ürünleri avcılığı yapmaktadır. Rusya Federasyonu ve Türkiye'yi izleyen ülke ise, Ukrayna'dır. Ukrayna'nın Karadeniz'den avladığı su ürünlerinin miktarı 1950'li ve 1960'lı yıllarda 40-60 bin ton arasında değişirken, 1970'li yılların başından itibaren artmaya başlamış ve 1980'li yıllarda 120-170 bin ton aralığına ulaşmıştır. 1990'lı yılların başlarında ise 60 bin tona kadar düşmüştür. 2000'li yıllara gelindiğinde ise tekrar 100 bin tonun üzerine çıkmış, o yıllardan itibaren bu ülkenin Karadeniz'den avladığı su ürünlerinin miktarı 100-120 bin ton aralığında seyretmektedir. Ukrayna'lı balıkçıların, Karadeniz'den daha çok 1960'lı yılların ortalarından 1990'lı yılların başlarına kadar Moritanya ve Fas, daha sonraki dönemlerde ise Moritanya, Yeni Zelanda ve Gine sularında avcılık yaptıkları anlaşılmaktadır (SAU, 2018). Karadeniz'in batı kıyısında yer alan Romanya ise verimli kıyı balıkçılık alanlarına sahip olmasına rağmen Karadeniz'den çok az su ürünleri avlayan bir ülkedir. Bu ülkenin Karadeniz'den avladığı yıllık su ürünleri 1950 yılından 2000'li yılların ortalarına kadar 5-18 bin ton arasında değişmiştir. Oysaki ülkenin 1980'li ve 1990'lı yıllarda rapor edilen su ürünleri av miktarı 150-200 bin ton, düzeltilmiş su ürünleri av miktarı ise 500-550 bin tona kadar çıkmıştır. SAU (2018) istatistiklerinden bu üretimin çok az bir kısmının Karadeniz'den elde edildiği, çok büyük bölümünün Moritanya ve Namibya sularından avlandığı anlaşılmıştır. Bulgaristan ise 1950 yılından 1960'lı yılların ortalarına kadar Karadeniz'den çok az su ürünleri avlayan bir ülkedir. Bu ülke balıkçılarının da 1970'li ve 1980'li yıllarda daha çok Namibya ve Fas sularından avcılık yaptıkları belirlenmiştir. Ancak, 1990'lı yılların ilk yarısından itibaren Bulgaristan'ın su ürünleri üretiminin tamamını Karadeniz'den elde edilen av oluşturmuştur (SAU, 2018).

Azak Denizi, Kerç Boğazıyla Karadeniz'e bağlanır ve sadece Rusya Federasyonu ile Ukrayna'nın bu denize kıyısı bulunmaktadır. FAO (2018)'nin balıkçılık istatistiklerine göre 2010-2015 yılları

arasında Karadeniz kısmından avlanan su ürünlerinin %75,3'nü Türkiye avlamıştır. Türkiye'yi, Rusya Federasyonu (%8,5) ve Ukrayna (%8,2) izlemiştir (Tablo 2). Azak kısmından avlanan ortalama 401,60 ton yıl<sup>-1</sup> su ürünlerinin ise % 68,4'ü Ukrayna tarafından avlanırken, %31,6'sı Rusya Federasyonu tarafından avlanmıştır. Karadeniz'in genelinden avlanan su ürünlerinin ise % 69,9'u Türkiye tarafından avlanmış, bu ülkeyi %14,1'lik bir oran ile Ukrayna, %10,7'lik oran ile de Rusya Federasyonu izlemiştir.

**Tablo 2.** Karadeniz ve Azak Denizi'nden 2010-2015 yılları arasında avlanan su ürünlerinin ülkelere göre dağılımı (Ton) (FAO, 2018).

Ülkeler	Karadeniz	%	Azak	%	Toplam	%
Türkiye	279.220	75,3			279.220	67,9
Gürcistan	19.202	5,2			19.202	4,7
Rusya Federasyonu	31.430	8,5	12.682	31,6	44.118	10,7
Ukrayna	30.439	8,2	27.478	68,4	57.917	14,1
Romanya	1.706	0,4			1.706	0,4
Bulgaristan	8.778	2,4			8.778	2,1
Toplam	410.941	100	40.160	100	410.941	100

### Birim balıkçılık sahasından elde edilen av

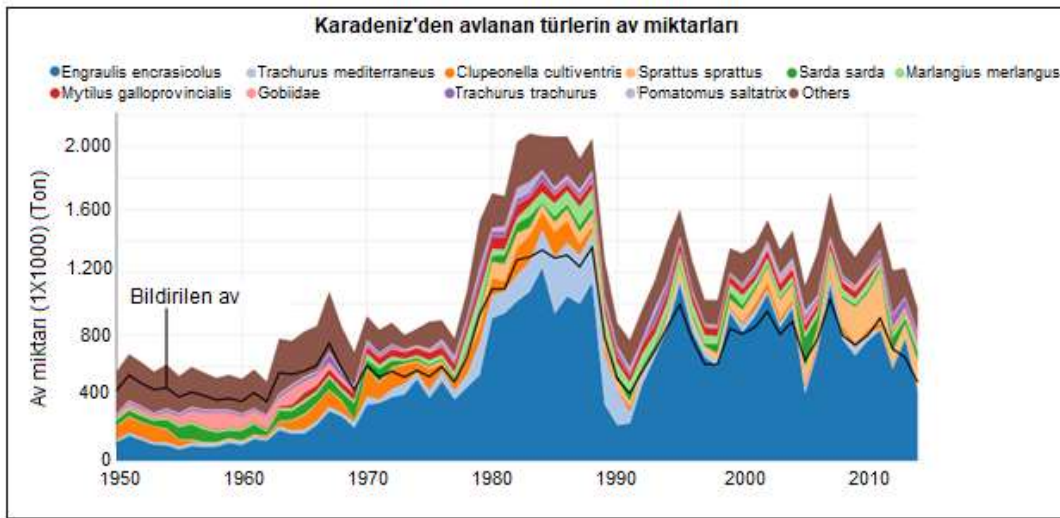
Birim kıyı uzunluğundan elde edilen su ürünleri avı bakımından, Karadeniz'den en fazla su ürünleri avlayan ülke Türkiye'dir. Bu ülkeyi sırasıyla Rusya Federasyonu, Gürcistan, Ukrayna ve Bulgaristan izlemiştir. Romanya'nın avladığı su ürünlerinin miktarı ise diğer ülkelere oranla oldukça düşüktür. Birim MEB bakımından da en fazla su ürünleri avlayan ülkenin Türkiye olduğu, sırasıyla Gürcistan, Rusya Federasyonu ve Ukrayna'nın bu ülkeyi izlediği anlaşılmaktadır. Türkiye'nin birim kıta sahanlığı ve kıyı balıkçılık alanından elde ettiği su ürünlerinin miktarı da, Karadeniz'e kıyısı bulunan diğer ülkelere göre oldukça fazladır. Bu durum, Türkiye kıyılarındaki kıta sahanlığı ve dolayısıyla kıyı balıkçılık sahalarının oldukça dar bir şerit şeklinde kıyıya paralel olarak uzanmasından ileri gelmektedir. Özellikle dip balıkları bu kıyısız alanlardan avlanabilmektedir. Bu ülkeyi, gerek birim kıta sahanlığı gerekse birim kıyı balıkçılık sahasından elde edilen av bakımından sırasıyla Gürcistan ve Rusya Federasyonu izlemektedir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Ülkelerin, 2010-2014 yılları arasında Karadeniz'den elde etmiş oldukları ortalama  $Y_{(KU)}$  (Birim kıyı uzunluğu başına elde edilen av),  $Y_{(MEB)}$  (Birim münhasır ekonomik bölge başına elde edilen av),  $Y_{(KS)}$  (Birim kıta sahanlığı başına elde edilen av) ve  $Y_{(KBA)}$  (Birim kıyı balıkçılık alanı başına elde edilen av) değerleri (Ton).

Ülke	Av	$Y_{(KU)}$	$Y_{(MEB)}$	$Y_{(KS)}$	$Y_{(KBA)}$
Türkiye	279.220	164,2	1,6	14,8	14,8
Gürcistan	19.202	59,6	0,8	7,6	7,6
Rusya Federasyonu	44.118	104,8	0,7	2,2	2,3
Ukrayna	57.917	33,0	0,4	0,8	1,0
Romanya	1.706	6,7	0,1	0,1	1,6
Bulgaristan	8.778	21,2	0,2	0,7	0,8
Toplam	410.941	84,4	0,9	2,7	3,4

## Avın tür kompozisyonu

Türkiye'nin Karadeniz'den avladığı balığın çok önemli bir kısmını 1950 yılından itibaren sürekli hamsi oluşturmuştur. Türk balıkçılar tarafından 1950'li ve 1960'lı yıllarda hamsi ile birlikte palamut (*Sarda sarda*) en fazla avlanan balık türleri iken, 1980'li yıllarda palamut'un yerini istavrit (*Trachurus* spp.) almıştır. 2000'li yılların sonlarına gelindiğinde ise Türk balıkçıların hamsiden sonra Karadeniz'den en çok avladıkları ikinci balık türünün çaça olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4). Gürcistan'ın ise Karadeniz'den avladığı balık miktarı 1950'li yıllarda yok denecek kadar az iken, 1960'lı yılların başından itibaren özellikle hamsi (*Engraulis encrasicolus*) avcılığı artmaya başlamış ve 1980'li yıllarda 100 bin ton yıl<sup>-1</sup>'a kadar ulaşmıştır. Bu türün avı, 1980'li yılların sonlarında hızla düşmüş ise de 1990'lı yılların ortalarından itibaren tekrar yükselmeye başlamıştır. SAU (2018) verilerine göre Gürcistan'ın son yıllarda Karadeniz'den avladığı hamsi miktarı 40-50 bin ton yıl<sup>-1</sup>'dir. Rusya Federasyonu'nun ise 1950 yılından itibaren bilhassa 1990 yılına kadar Karadeniz'den en fazla avladığı balık türü kilka (*Clupeonella cultriventris*) olmuştur. Bu balık türü sadece Azak Denizi kısmında dağılım göstermektedir. İkinci sırada ise hamsi gelmektedir. Hamsiyi de, 1950 ve 1960'lı yıllarda kayabalığı türleri (Gobiidae) izlerken, 2000'li yıllardan itibaren çaça izlemeye başlamıştır.



Şekil 4. Karadeniz'den, 1950 yılından itibaren avlanan su ürünlerinin türlere göre dağılımları (SAU, 2018).

Ukrayna tarafından 1950 yılından 1990 yılına kadar en çok hamsi avlanmıştır. 1950 ve 1960'lı yıllarda hamsinin yanı sıra kilka ve kayabalığı türlerinin de önemli miktarlarda avcılığının yapıldığı anlaşılmaktadır. 1970'li yılların ortaları ile 1990'lı yılların başları arasında ise en çok avlanan balık türü çaça olmuştur. Bu tür, 1990 yılından itibaren hamsiden daha fazla miktarda avlanmaya başlanmıştır. 2000'li yılların başlarından itibaren Ukraynalı balıkçıların en fazla avladığı su ürünleri çaça ve hamsiden sonra sırasıyla kilka, kayabalıkları, midye (*Mytilus galloprovincialis*), istavrit ve mezgittir. SAU (2018) verilerinden Ukraynalı balıkçıların, Moritanya, Fas, Yeni Zelanda ve Gana gibi ülkelerin sularında da su ürünleri avcılığı yaptıkları anlaşılmaktadır.

Karadeniz'in kuzey bölgeleri, palamut ve lüfer (*Pomatomus saltatrix*) gibi pelajik türler ile kalkan, küçük pisi balığı (*Arnoglossus kesleri*), pisi balığı (*Platichthys flesus luscus*) ve kum dil balığı (*Solea lascaris nasus*) gibi dip balıklarının en önemli üreme sahasıdır. Kuzey Karadeniz, Karadeniz hamsi stoku için ana üreme sahası, Karadeniz ve Azak hamsi stokları için de kışlama alanıdır (Chazchin, 1995; Svetovidov, 1964). Karadeniz'in kuzey-batısında avlanan Romanyalı balıkçılar, Karadeniz'den 1950 yılından 1970 yılına kadar en fazla hamsi, kilka, palamut ve kayabalığı avlamıştır. Daha sonraki yıllarda toplam av içerisinde hamsinin payı önemli oranda artmıştır. Özellikle 2000'li yılların sonlarından itibaren çaça avcılığı önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Bu dönem içerisinde Romanya'nın avladığı balığın daha çok çaça, hamsi, palamut ve istavrit'ten oluştuğu anlaşılmaktadır.

Karadeniz'in batı kıyısında yer alan Bulgaristan balıkçıları ise Karadeniz'den en çok pelajik türlerden çaça, istavrit, kefal, palamut ve lüfer; demersal türlerden ise barbunya (*Mullus barbatus*), köpek balığı (*Squalus acanthias*), vatoz (*Raja clavata*), kalkan ve kayabalığı avlamıştır. Ayrıca, deniz

salyangozu (*Rapana venosa*) da avcılığı yapılan bir başka su ürünüdür (Sava, 2018). Bu ülkenin de Karadeniz'den avladığı su ürünlerinin miktarı oldukça düşük olup, 1950 yılından günümüze kadar 5-30 bin ton arasında değişmiştir. Avın önemli bir kısmını 1950'li ve 1960'lı yıllarda palamut oluştururken, 1980'li yıllardan itibaren bu türün yerini çaça almıştır.

SAU (2018)'a göre, Karadeniz'deki balık stoklarında özellikle 1960'lı yılların sonlarından itibaren ciddi gerileme başlamıştır. Dip balığı stoklarının 2014 yılı bulgularına göre; %57,1'i çökmüş, %19,6'sı da aşırı av baskısı altındadır. Karadeniz'den avlandığı bildirilen su ürünleri üretimi, 2000'li ve 2010'lu yıllarda 600-700 bin ton civarında değişmektedir. Bildirilmeyen ya da eksik bildirilen miktarlar bakımından yapılan düzeltmeler sonrası ise su ürünleri üretiminin 1,2-1,3 milyon ton civarına yaklaştığı anlaşılmaktadır. FAO (2016)'ya göre Akdeniz ve Karadeniz'deki balık stoklarının yaklaşık %85'i biyolojik olarak sürdürülemez düzeylerde sömürülmektedir. Bu olumsuz gelişmenin önüne geçilebilmesi için Avrupa Komisyonu ve GFCM, Karadeniz'deki balıkçılık yönetimi için bölgesel bir yaklaşım geliştirme çabası içerisinde. Bu amaçla, GFCM (2015) tarafından Karadeniz'deki kalkan balıkçılığında yasa dışı, bildirilmemiş ve düzenlenmemiş balıkçılığın önlenmesi, engellenmesi ve ortadan kaldırılması için bazı önlemler alınmıştır. Ancak, AB sularındaki düzenlenmiş stokların miktarı, Karadeniz'deki toplam av miktarı içerisinde çok düşük bir yüzdeyi temsil etmektedir (STECF, 2015; FAO, 2016). Örneğin, 2012-2014 yılları arasında Karadeniz'den elde edilen çaça balığının sadece %4-14'ü, kalkanın ise %4,6-7'si AB sularından avlanmıştır (Raykov ve Düzgüneş, 2017). Dolayısıyla Karadeniz'in belirli bir kesiminde değil tamamında çöken ya da aşırı avcılık baskısı altındaki stoklar için benzer tedbirlerin alınması artık kaçınılmaz olmuştur.

Sonuç olarak, Karadeniz'deki balık stoklarında görülen aşırı sömürülmeyi durdurabilmek ve tekrar artış sağlayabilmek için hazırlanacak balıkçılık yönetimi uygulamalarında mutlaka av gücünün sınırlandırılması, endüstriyel balıkçılık için uygulanmakta olan desteklerin kaldırılması ve mevcut balıkçılık alanlarının büyük bir kısmının bazı avcılık yöntemlerine kapatılması yer almalıdır.

## KAYNAKLAR

- Blacksea-comission, (2018). (Blacksea-comission.org) (Erişim tarihi 6/04/2018). <http://www.blacksea-comission.org/>
- Chazchin, A.K. (1995). Abundance, distribution and migrations of anchovy stocks in the Black Sea. *Turkish J. Zool.*, 19, 173-180.
- Chuenpagdee, R., Liguori, L., Palomares, M. D., & Pauly, D. (2006). Bottom-up, global estimates of small-scale marine fisheries catches. *Fisheries Centre Research Reports* 14(8), University of British Columbia, Vancouver. 112 pp.
- Doğanay, H. (1997). Türkiye Beşeri Coğrafyası. MEB Yay. No: 2982, Bilim ve Kültür Eserleri Dizisi No: 877, Eğitim Dizisi No: 10, İstanbul, s. 130
- European Commission, (2018). (Erişim tarihi 5/04/2018) <https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/international>
- Emiroğlu, M. (1987). Türkiye'nin Su Ürünleri Üretimi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 31 (1-2), 77-146.
- Ergin, A. (2002). Kıyı Mühendisliği. Kıyı ve Liman Mühendisliği, TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-421-422, 60-64.
- FAO, (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations, The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome.
- FAO, (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries and Aquaculture Department. (Erişim tarihi 8/04/2018). <http://www.fao.org/fishery/en>
- GFCM, (2015). Report on the management of anchovy fisheries in the Black Sea (WKMEASURES - BS). Trabzon.
- Karapınar, N. (2015). Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi ve deniz alanlarına ilişkin bazı kavramlar. *Doğal Kay. ve Eko. Bült.*, 20, 3-21.
- Kuran, S. (2009). Uluslararası deniz hukuku, 3. Baskı. İstanbul.
- Pazarıcı, H. (1984). Kıta Sahaneliği Kavramı ve Ege Denizi Kıta Sahaneliği Sorunu. Prof. Aziz Köklü'nün Anısına Armağan, A.Ü. SBF Yayınları, Ankara.
- Raykov, V.S., & Düzgüneş, E. (2017). Fisheries Management in the Black Sea-Pros and Cons. *Front. Mar. Sci.*, 4, 227. doi: 10.3389/fmars.2017.00227
- SAU, (2018). (Sea Around Us) (Erişim tarihi 5/04/2018). <http://www.seaaroundus.org/data/#/eez/794?chart=catch-chart&dimension=commercialgroup&measure=tonnage&limit=10>

- Sava, D. (2018). Macrophytobenthos from the Romanian Black Sea coast-An overview of the studies and actual state. Chapter 6. In: C.W. Finkl, C. Makowski (eds.), Diversity in Coastal Marine Sciences, *Coastal Research Library*, 23, 369-382.
- STECF, (2015). Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – Black Sea assessments (STECF-15-16). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 284.
- Svetovidov, A.N. (1964). Fishes of the Black Sea. Moscow: Nauka, 550 pp.

**Determination of Some Quality Changes of Sous Vide-Sea Bass Fillets (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) Treated with Dried Basil, Fresh Garlic, and Dill Weed**Zafer CEYLAN<sup>1\*</sup>, Gülgün F. ÜNAL ŞENGÖR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Fisheries, Department of Seafood Processing Technology, Van, Turkey  
<sup>2</sup>Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department of Fisheries&Seafood Processing Technology, İstanbul, Turkey

\*Corresponding Author: [zaferceylan@yyu.edu.tr](mailto:zaferceylan@yyu.edu.tr)**Research Article**

Received 17 August 2018; 29 November 2018; Release date 01 June 2019.

**How to Cite:** Ceylan, Z., & Ünal Şengör, G. F. (2019). Determination of some quality changes of sous vide-sea bass fillets (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) treated with dried basil, fresh garlic, and dill weed. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 126-134. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577330>

**Abstract**

Dried basil (0.5%), fresh garlic (0.25%), and dill weed (0.5%) were added onto fish fillets and then this combination was cooked by using sous vide technique. Total volatile basic nitrogen (TVBN), pH, sensory and color (L\*, a\*, and b\*) measurement analysis were performed in order to reveal the quality differences. TVBN results revealed that the use of dried "basil, fresh garlic, and dill weed could delay the rapid deterioration in the chemical quality of fish fillets cooked by sous vide technique. The used herbs successfully preserved the sensory quality of the fish samples cooked by sous vide technique as well. Sensory and physicochemical quality assurance tests demonstrated that combination of dried basil and fresh garlic with sous vide cooking technique were effective against deterioration. The sea bass fillets that were treated with dried basil, fresh garlic, dill weed and cooked at 65°C for 20 minutes had the shelf life up to 42 days.

**Keywords:** Sous vide, sea bass quality, dried basil, fresh garlic, fresh dill weed.

**Kurutulmuş Fesleğen, Taze Sarımsak ve Dereotu ile Muamele Edilen Sous Vide Levrek (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) Filetolarının Bazı Kalite Değişimlerinin Değerlendirilmesi****Özet**

Kurutulmuş fesleğen (%0,5), taze sarımsak (%0,25) ve dere otu (%0,5) balık filetolarının üzerine eklenmiş, ardından bu kombinasyon sous vide tekniği ile pişirilmiş ve örnekler 3°C' de depolanmıştır. Toplam uçucu bazik azot (TVBN), pH, duyuşsal ve renk ölçüm analizleri, kalite farklılıklarını ortaya koymak için gerçekleştirilmiştir. TVBN sonuçları kurutulmuş fesleğen, taze sarımsak ve dereotu kullanımının sous vide tekniği ile pişirilen balıklardaki kimyasal kalite bozulmasını geciktirebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca bu kombinasyon duyuşsal bozulmayı da başarılı bir şekilde geciktirmiştir. Duyusal ve fizikokimyasal kalite testleri sous vide pişirme tekniği ile taze sarımsak, kurutulmuş fesleğen kombinasyonunun bozulmaya karşı etkili olduğunu ortaya koymuştur. Taze sarımsak, kurutulmuş fesleğen ve taze dereotu ile muamele edilen ve 65°C de 20 dakika süresince pişirilen levrek balığı filetolarının 42 gün raf ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sous vide, levrek kalite ,kuru fesleğen, taze sarımsak, taze dereotu.

**INTRODUCTION**

Fish is an important part of a well-balanced diet because of the fact that it includes important nutrients such as vitamin, mineral, fatty acid, amino acid (Larsen et al., 2011). Moreover, consumption of seafood plays a key role to decrease the potential cardiovascular, diabetes, alzheimer, psychological disease risks (Valenzuela and Valenzuela, 2013). Although seafood has many benefits for human health, it is easily perishable food as well. Therefore, cooling, freezing, irradiation, food additives, different pasteurization methods, smoking, salting, drying are usually applied to prolong the shelf life of seafood. Furthermore, the combination of different preservation techniques has widely been utilized for seafood. Because of these reasons, microbial spoilage, chemical and physical deterioration, sensory changes of fish samples have been able to be controlled during cold storage (Fellow, 2000; Placek 2004; Ghaly et al., 2010).

In this respect, the sous vide cooking technique is applied under controlled temperature (between 65 and 95°C) and a certain time (between 5 and 60 min.). Hence, cold storage conditions, type of food, cooking time and rapidly cooling are defined to be important parameters for this process (Meng and Genigeorgis, 1994; Schellekens, 1996; Gonzales-Fandos et al., 2005; Espinosa, 2015).

Being minimally processed by sous vide technique is the most important advantage for the fish products (Picouet et al., 2011; Çetinkaya, 2013). Sous vide cooking technique provides better protection in terms of sensory quality for seafood than conventional cooking methods. Because, the rapid occurrence of volatile bases and fishy aroma materials in seafood can be delayed by using sous vide technology (Baird, 1990; Church and Parsons, 2000). In this sense, the shelf life of products cooked by the sous vide technique, is mostly defined to be between 6 and 45 days. Previous study results reveal that food type, cooking time and temperature, combination methods may play a key role to determine the shelf life (Schellekens, 1996; Gonzales-Fandos et al., 2005; Picouet et al., 2011; Espinosa, 2015). In terms of the consumer, using natural or organic food additives as a food preservative is preferred (Ceylan and Sengör, 2014). In this regard, sage, garlic, dill weed, basil, thyme, rosemary, oregano and their oils may have an inhibitory effect against bacteria and they may act a role for the prolong the shelf life of fish (Çakır et al., 2011; Hassanian and El-Daly, 2013; Angiolillo et al., 2014; Frank et al., 2014). Thusly, in time, the use amount of natural extracts or materials can increase instead of using chemical preservatives. Sous vide cooking technique is widely used for, especially, most of the foodstuff, unfortunately, adequate studies have not been conducted on fish quality. On the other hand, the most of the present studies are related to the quality of salmon and rainbow trout cooked with the sous vide technique. In addition, it is widely known that sea bass distributed from Baltic Sea to the Black Sea has an important economic potential for the fish farming industry in Turkey, Greece and also Spain (Alpbaz, 1990; Uçal and Benli, 1993; Kaya, 2006). These fish species are mostly consumed as fresh, but ready-to-eat process providing higher quality can play a key role to increase the consumption ratio of the fish species. TVBN and pH analysis determine the quality of seafood. Furthermore, TVBN value is correlated with bacterial growth. In this respect, when bacteria count increases, TVBN value mostly increases (Tingman et al., 2010; Jinadasa, 2014). In addition to pH and TVBN, the sensory analysis including odor, texture, taste and appearance parameters are evaluated to be one of the most important analysis to determine the stability of seafood (Tejada et al., 2006). Also, L\*, a\*, and b\* values are usually used to prove the physical quality changes (Gerdes and Santos, 1991).

The primary goal of the present work was to investigate the combined effects of herbs and sous vide cooking technique on the shelf life of fish. For this aim, fresh garlic, fresh dill weed, and dried basil were added onto the fish fillets and then TVBN, pH, color and sensory analysis of the fish samples stored at refrigerator conditions were performed during the cold storage period. Also the quality differences was to determine between the control group fish samples and treated with different herbs fish samples.

## **MATERIAL and METHODS**

### **Material**

Fresh sea bass samples (*Dicentrarchus labrax*; Linnaeus, 1758) having high quality were filleted (n:3 for each group and analysis day). Dried basil, fresh garlic, and fresh dill weed were obtained from local market. Filleted fish and the herbs were put in smooth plastic pouches, which had 160 oxygen transmission rate (OTR) cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/24h. All cooked samples were kept in the dark, cold storage condition in a refrigerated chamber at a temperature of 3°C during the rest of the experiment.

### **Preparation of Group C Fillets (Control)**

Sea bass fillets (100±4.84 g) were cooked at 65°C for 20 min in thermostatically controlled water baths. Polyscience, Sous Vide Professional Chef Series Cooking Kit (Niles USA) was used to cook the fillets with controlled temperature and time. As soon as the samples were cooked, they were chilled by iced water until 3.3°C in less than 10 min. After chilling, all samples were stored in cold (at 3°C) during the shelf-life period.



### **Preparation of Group FS Fillets (Dried Basil and Garlic)**

Dried basil (0.5%) and garlic (0.25%) were added to fish fillets ( $100 \pm 4.84$  g) before sealing the pouches, and then the samples were packaged to be vacuum and cooked at  $65^\circ\text{C}$  for 20 min by using sous vide technique.

### **Preparation of Group FSD Fillets (Dried Basil and Garlic and Dill Weed)**

After adding dried basil (0.5%), garlic (0.25%) and fresh dill weed (0.5%) into boilable pouches, which included fish fillets, they were sealed under vacuum and cooked at  $65^\circ\text{C}$  for 20 min with sous vide technique.

### **Analysis Methods**

Sensory analysis was carried out with ten trained panelists for each group. Other analyses were measured in triplicate during each of period in the study.

### **Sensory Analysis**

The sensory qualities of the sous vide sea bass fillets were evaluated using 0-10 scores according to modified Regenstein and Regenstein (1991).  $<5$  was defined to be unacceptable for human consumption. The appearance, odor, texture, taste, and color of sous vide fish fillets were evaluated by trained panelists. Fish fillets were coded with different symbols as C, FS and FSD which is group codes were evaluated separately by each trained panelist. Three packs from each group were chosen and evaluated randomly for sensory analysis by the trained panelists ( $n=10$ ).

### **Chemical Analysis**

The method reported by Schormüller (1968) was used to determine the TVBN values of fish samples. 10g of a homogenized sample of fish muscle was suspended in 250 ml of pure water, made alkaline with 1-2 g of MgO and distilled. The rate of heating was adjusted so that the suspension reached the boiling point in 10 minutes and distillation was performed for 20 minutes. Then, the distillate was titrated with 0.1N NaOH. The results were reported as mg TVBN/100 g fish muscle.

### **pH Measurement**

pH values of fish flesh in water (1:10 v/w) were measured by Thermo Scientific Model Orion Star A 214 (Beverly, MA, U.S.A) pH meter, after calibration. 2-homogenized sea bass sample of each group (C, FS, and FSD) was stirred with 20 ml of distilled water (v:w; 1:10). The pH electrode was dipped into the stirred solution and the value was recorded (Manthey et al., 1988).

### **Color Measurement**

The color measurement was determined by using the Minolta colorimeter (Model CR-400, Japan) during cold storage.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values were measured in triplicate from different points of each group. In the CIELab system,  $L^*$  value represents lightness from black to white between 0 and 100;  $a^*$  value represents from (+) red to (-) green; and  $b^*$  value represents from (+) yellow to (-) blue (Nakano et al. 2018).

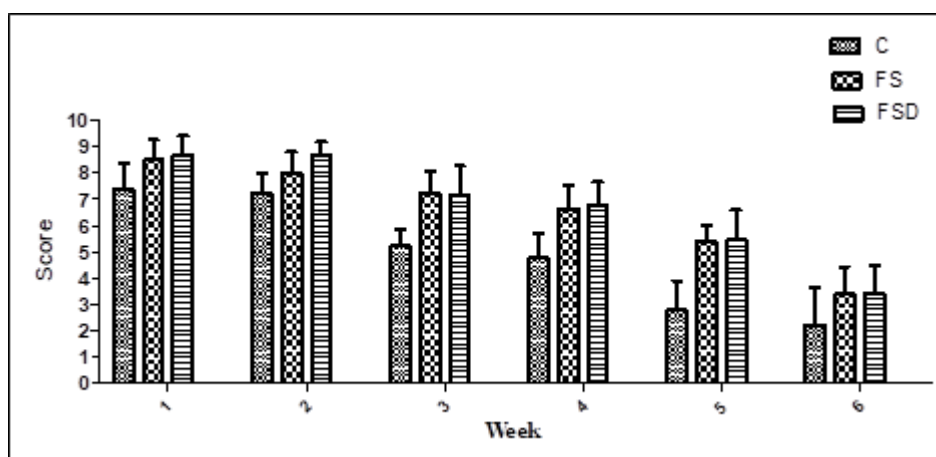
### **Statistical Analysis**

Collected data were subjected to analysis of variance (ANOVA) to evaluate the deterioration of fish fillets called as C, FS, and FSD during experimental days. GraphPad Prism software (California corporation, USA) was used to determine significant differences between groups by ANOVA. When a significant ( $p < 0.05$ ) main effect was found, mean values were further analyzed using the Duncan's Multiple Range Test comparison test.

## **RESULTS and DISCUSSIONS**

### **Sensory Evaluation**

The results had from the sensory analysis are indicated in Fig 1. Odor, texture, taste, color characteristics of all group samples were evaluated as part of the average sensory score.



**Figure 1.** Average sensory score of sea bass fillets during cold storage period (n = 10).

FSD had the highest sensory quality with 8.89 score in the first week, on the other hand, C could receive 7.42 score. The sensory score of FSD and FS were found to be higher than that of C during cold storage. In the 5<sup>th</sup> week, FS was still considered as acceptable for human consumption with 5.40 average sensory score, even though it had lower average sensory score than that of FSD. Yet, between two groups, statistical differences ( $p > 0.05$ ) were not found. Fresh dill weed helped to obtain better color, taste, and odor on fish samples cooked with sous vide technique as compared to the control group samples. While FS and FSD were able to reach the sensory limit value at the 42<sup>nd</sup> day of the cold storage, control group samples already exceeded the sensory limit value at the 28<sup>th</sup> day of the cold storage period. Cooking at 65°C for 20 minutes provided better quality for FS and FSD samples, since the herbs may have been prevented the rapid loss of water from fish samples. Thus, the herbs may have been improved the general acceptability of sous vide sea bass fillet.

Rancidity, putridity, and discoloration were determined in the fourth week of cold storage in general evaluation of C samples. In this respect, C was determined to be unfit for human consumption at the 28<sup>th</sup> day of cold storage, while FS and FSD were determined to be fit for human consumption up to 42<sup>nd</sup> days. There were statistical differences between C and FS/FSD ( $p < 0.05$ ). Previous studies revealed that foodstuff cooked with sous vide technique might have longer shelf life than 45 days depending on cooking time and temperature (Fandos et al., 2004). Also, Fandos et al. (2005) and Diaz et al. (2009) reported that the shelf life of sous vide cooked salmon sample was 21 and 18 days, respectively. Furthermore, a combination of sous vide cooking technique with another food preservation technique might provide a longer shelf life (Ceylan and Sengör, 2017). In this sense, Piscouet et al. (2011) reported that high-pressure application on salmon extended the shelf life up to six days. Also, Çetinkaya (2013) noted that linseed and some natural antioxidants could keep the sensory quality of fish species cooked with the sous vide technique. Moreover, Benkeblia (2004) revealed that garlic, which could have higher antibacterial activity in case of being heated, would have highly powerful antibacterial effect against bacteria and fungus and be used as natural food additive. Cooking of garlic at 65°C for 20 minutes could have increased the antibacterial effect, in our study. Pakawatchai et al. (2009) stated that garlic and basil had the antimicrobial effect on minced salmon. In other studies, sous vide cooked foods, containing herbs, spices, and sauces, could have a better sensory stability (Schafheitle, 1990). Previous studies have correlated with our study results, in this respect, the use of herbs with the sous vide technique delayed clearly the rapid sensory deterioration. Also, due to the fact that vacuum packaging application in sous vide technique prevents the loss of aroma components that give flavor to fish, a better sensory quality is able to be obtained.

## TVBN

The results obtained from the TVBN analysis are indicated in Fig 2. In the present study, the TVBN value of raw sea bass was determined as 17.21 mg/100g that the samples were classified to be of high quality. TVBN value of all groups increased along cold storage period. On the other hand, in the first week of cold storage, C, FS, and FSD reached 21.2 mg/100g, 20.79 mg/100g, 20.52 mg/100g

TVBN value, respectively. TVBN value of C group samples was found to be 28.26 mg/100g when the samples were determined to be unfit for human consumption according to the sensory analysis results.

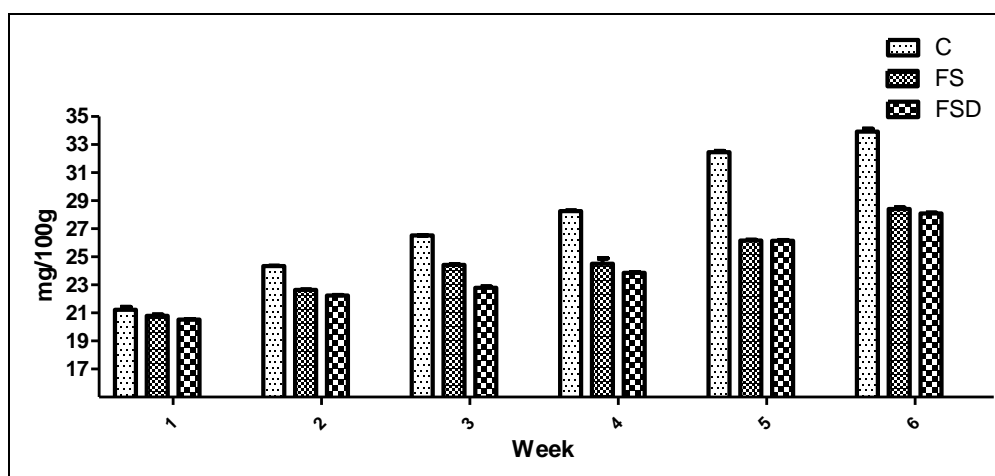


Figure 2. TVBN changes of sea bass fillets during cold storage period (n = 3).

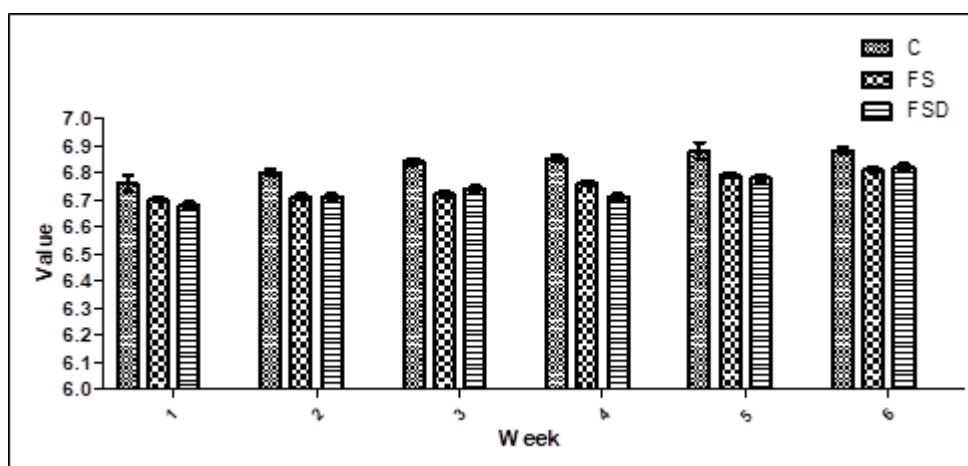
In this respect, TVBN value in the previous studies is classified to be 25 mg/100g showing high quality, and 30 mg/100g defining the good quality. However, the value above 35 mg/100g is accepted as the limit value for fish and fish products (Huss, 1995; Boran and Sevim, 2007; European-Commision, 2008). In our study, 28 mg/100g TVBN value is accepted to be limit value in terms of determination chemical quality. As known, TVBN, which can be used as an important indicator for raw and preserved or lightly preserved seafood, increases because of bacterial growth, this situation effects sensory characteristics and physicochemical properties of seafood (Zhong-Yi et al., 2010; Amegovu et al., 2012).

The addition of dill weed to dried basil and garlic was not limited the chemical deterioration of the fish samples ( $p > 0.05$ ) when compared to FS samples. On the contrary, the addition of dried basil, garlic and dill weed to sous vide cooked sea bass samples delayed the prominently increase of TVBN value ( $p < 0.05$ ). C, FS, and FSD samples reached 28.26 mg/100g (in the fourth week), 28.41 mg/100g (in the sixth week) and 28.09 mg/100g TVBN values (in the sixth week), respectively. These values were accepted as a limit value in terms of TVBN for all groups, which already exceeded into the sensory limit score. Dalgaard (2000) reported that cod fish fillets cooked with sous vide technique and stored at 3°C had 21-days shelf life. In addition, carp fillets cooked at 90°C along 15 min and stored at 2°C could reach 25 mg/100g TVBN value at the end of the shelf life. On the other hand, the TVBN value of yellow tuna fish fillet stored at 4°C was determined to be 34.32 mg/100g at the end of the shelf life (Jinadasa et al., 2015).

The above-mentioned studies revealed that fish fillets cooked with sous vide technique could have lower TVBN value as compared to the fish fillets treated with other preservation or processing method. In this respect, in our study, FSD and FS successfully delayed the deterioration in the chemical quality of fish fillets as compared control group fish samples.

## pH

Figure 3 indicates pH results at a different time for all groups along 6 weeks of storage at 3°C. pH is one of the most significant analysis to reveal seafood freshness rapidly. pH value in the fresh seafood change depending on fish species (Şengör et al., 2000). However, pH values of fresh fish are mostly defined between 6.0 and 6.8. pH value of fresh tunas is under 6.0 because of the high glycogen concentrations (Howgate, 2009). In our study, the pH value of raw sea bass was found to be 6.62. Using dried basil, garlic and dill weed influenced the pH values of FS and FSD group during the analysis period. In this regard, statistical differences were found between C and FSD ( $p < 0.05$ ). The values in FS and FSD groups were below the acceptable pH value until the sixth week of the cold storage. On the other hand, the pH value of the control group sample already exceeded into limit value in the third week of the cold storage period. On the week of sensory rejection was observed, C, FS, and FSD group had 6.85, 6.81 and 6.82 pH values, respectively.



**Figure 3.** pH changes of sea bass fillets during cold storage period (n = 3).

Increase in pH value of C was more rapidly as compared to that of FS and FSD during cold storage condition. However, fresh dill weed did not delay the deterioration in pH value of fish fillets called FSD ( $p > 0.05$ ). On the contrary, the addition of dried basil and garlic to sous vide sea bass fillets affected pH values between C and FS group ( $p < 0.05$ ). Espinosa et al. (2015) reported that using the sauce in sous vide processing can affect the pH values of fish samples cooked with sous vide technique. Moreover, the study noted that some sauces play a key role to keep under control microbiological load of sous vide fish. In this respect, Shakila et al. (2009), reported that using herbals in sous vide fish provides lower increase in pH. During cold storage of sous vide fish samples, the pH values of C, FS, and FSD groups increased 3.5%, 2.9%, and 3%, respectively. In the present study, sensory analyses results were correlated with the increase in pH value and also pH values of all fish groups increased by storage period, but C group reached into the highest value of all during cold storage period at 3°C.

### Color Measurement

$L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values were measured to follow the color changes of all samples that were cooked as sous vide technique and combined with different herbs. Decreasing the brightness  $L^*$  from 80.38 to 78.18 for C, from 79.56 to 77.84 for FS and from 85.84 to 82.69 for FSD groups samples were determined as group C samples were evaluated as spoilt according to sensory analyses results (Table 1, 2 and 3).

**Table 1.**  $L^*$  values of sea bass fillets during cold storage period (n = 3).

$L^*$	C	FS	FSD
Week			
1	80.38±0.19 <sup>a</sup>	79.56±0.04 <sup>a</sup>	85.84±0.12 <sup>b</sup>
2	79.92±1.05 <sup>ab</sup>	74.63±0.55 <sup>a</sup>	82.88±0.39 <sup>b</sup>
3	79.73±1.03 <sup>a</sup>	76.19±0.09 <sup>b</sup>	84.35±1.82 <sup>c</sup>
4	78.18±1.23 <sup>a</sup>	77.84±1.35 <sup>a</sup>	82.69±1.56 <sup>a</sup>
5	68.21±2.16 <sup>a</sup>	74.61±0.74 <sup>a</sup>	77.79±0.41 <sup>a</sup>
6	69.40±2.15 <sup>a</sup>	66.36±0.33 <sup>a</sup>	72.02±1.05 <sup>a</sup>

**Table 2.** a\* values of sea bass fillets during cold storage period (n = 3).

a*	C	FS	FSD
Week			
1	1.27±0.21 <sup>a</sup>	-0.72±0.06 <sup>b</sup>	-0.48±0.12 <sup>bc</sup>
2	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.73±0.15 <sup>a</sup>	-2.04±0.12 <sup>b</sup>
3	0.71±0.05 <sup>a</sup>	-0.18±0.06 <sup>b</sup>	-2.12±0.41 <sup>c</sup>
4	0.72±0.15 <sup>a</sup>	0.19±0.05 <sup>a</sup>	0.22±0.05 <sup>a</sup>
5	4.26±1.21 <sup>a</sup>	-0.76±0.02 <sup>b</sup>	-0.11±0.07 <sup>bc</sup>
6	1.71±0.22 <sup>a</sup>	1.45±0.32 <sup>a</sup>	1.25±0.31 <sup>a</sup>

**Table 3.** b\* values of sea bass fillets during cold storage period (n = 3).

b*	C	FS	FSD
Week			
1	9.45±0.36 <sup>a</sup>	10.84±0.39 <sup>a</sup>	11.39±0.45 <sup>a</sup>
2	12.79±1.06 <sup>a</sup>	11.81±0.04 <sup>a</sup>	9.75±0.51 <sup>b</sup>
3	12.25±1.11 <sup>a</sup>	9.29±0.09 <sup>b</sup>	10.88±0.67 <sup>c</sup>
4	14.72±0.24 <sup>a</sup>	10.01±0.81 <sup>b</sup>	12.64±1.05 <sup>c</sup>
5	16.05±0.12 <sup>a</sup>	13.84±0.21 <sup>ab</sup>	12.83±0.41 <sup>b</sup>
6	13.14±0.14 <sup>a</sup>	22.69±0.16 <sup>bc</sup>	22.13±0.44 <sup>c</sup>

Different letters (<sup>a</sup>, <sup>b</sup>, and <sup>c</sup>) define p<0.05 (Statistical differences).

Also, a\* (redness) values of FS and FSD fillets increased from -0.72 to 0.19 and from -0.48 to 0.22, that of C samples decreased from 1.27 to 0.72. b\* value of group C increased rapidly as compared to FS and FSD samples. As known, increase in b\* value of fish meat is related to oxidation in fish meat (Sohn et al., 2005). In this sense, the study revealed that using dried basil, fresh garlic and dill weed might retard the oxidation of FS and FSD. Statistically differences were found for b\* values of all groups (p<0.05). a\* and b\* values of FS and FSD were found to be more stable during the 28 days. As well known that color stability is important for consumer preferences. Also, the changes in b\* value can be associated with the oxidation. In this respect, revealing that the initial color quality of FS and FSD groups was more successfully preserved as compared to control group samples. Piscouet et al. (2011) reported that combination of sous vide cooked salmon fillets with high-pressure treatment increased initial L\*, a\* and b\* values from 50.9, 14.8, 18.1 to 60.7, 16.9, 21.1, respectively. Also, no statistical difference was detected (p>0.05). As known, the color of fillets can change depending on fish species. As stated by Ceylan (2014) initial L\*, a\* and b\* values of sea bass sealed in pouches decreased by time. It is clearly understood that differences in fish species and preservation techniques may play a key role. In the present study, the changes in L\*, a\*, and b\* values have been associated with a rise in TVBN, pH values and decreasing of sensory scores in all parameters during cold storage period at 3°C.

## CONCLUSION

Fish fillets, which included dried basil (0.5%), fresh garlic (0.25%) and dill weed (0.5%) and then cooked with sous vide technique, were found to have a lower TVBN and pH value as compared with C fish samples. Sensory test results indicated that sensory decomposition of fish fillets would be controlled using dried basil, fresh garlic and dill weed. Also, this study revealed that color changes in L\*, a\*, and b\* of FS and FSD during storage period could be controlled. The shelf life of control group samples was defined to be 28 day, on the other hand, FS and FSD samples could be found to be fit for consuming up to the 42<sup>nd</sup> day of the cold storage conditions (at 4°C). In this sense, the results suggested that cooking at 65°C for 20 minutes of the fish fillets with dried basil, fresh garlic and dill weed could be an effective and easy method, which could serve ready-to-eat sector to keep some quality parameters in fish fillets.

## REFERENCES

- Alpbaz, A. G. (1990). Deniz Balıkları Yetiştiriciliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İzmir Yayın No 20.
- Amegovu, A. K., Serunjogi, M. L., Ogowok, P., & Makokha, V. (2012). Nucleotided degradation products, total volatile basic nitrogen, sensory and microbiological quality of Nile perch (*Lates niloticus*) fillets under chilled storage. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 2, 653-666.
- Angiolillo, L., Conte, A., & Nobile, D. A. M. (2014). General Chemical and Natural Preservatives, *Encyclopedia of Food Safety* (FOSA), 00438. In Press.
- Baird, B. (1990). Sous vide: What's all the excitement about? *Food technology*, 44 (11), 92-96.
- Benkeblia, N. (2004). Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). *Lebensm-wiss u-technol*, 37, 263-268.
- Boran, M., & Sevim, K. (2007). Storage properties of three types of fried whiting balls at refrigerated temperatures. *Turkish journal of fisheries and aquatic sciences*, 7, 65-70.
- Ceylan, Z. (2014). The effect of nisin and irradiation combination on the shelf life of cold stored fish. Istanbul University, Graduated school of science and engineering, department of seafood processing technology, Master thesis, 104.
- Ceylan, Z., & Sengör, G. F. Ü. (2014). Usage of Organic and Natural Food Additives In Seafood", International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences, Trabzon, Turkey, pp.511-511.
- Ceylan, Z., & Sengör, G. F. Ü. (2017). Sousvide teknolojisi ile muamele edilen balıkların kalite parametrelerinin incelenmesi. *Turkish J of aquatic sciences*, 32(1), 8-20.
- Church, I. J., & Parsons, A. L. (2000). The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous vide methods. *International journal of food science and technology*, 35, 155-162.
- Çakır, F., Çolakoğlu, A. F., & Ormancı, B. H. (2011). Kekik, biberiye ve dereotu yağ ekstraktlarının hamsi marinatların kalitesine etkisi. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu Özet Kitabı, 131.
- Çetinkaya, S. (2013). Vakum paketli pişirilen (Sous-Vide) Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nin soğuk depolanması sırasında kalite özelliklerine doğal antioksidanların etkisi [Doktora Tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi. 142p.
- Dalgaard, P. (2000). Fresh and lightly preserved seafood. In: Man CMD, Jones AA, editors. Shelf-life evaluation of foods. second ed. Gaithersburg, MD, USA: Aspen Publishing Inc; pp. 110-139.
- Díaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D., & Banon, S. (2009). Determination of shelf life of sous vide salmon (*Salmo salar*) based on sensory attributes. *Journal of food science*, 74, 287- 292.
- Espinosa, M. C., Diaz, P., Linares, M. B., Teruel, M.R., & Garrido, M. D. (2015). Quality characteristics of sous vide ready to eat seabream processed by high pressure. *LWT Food science and technology*, 64, 657-662.
- EU/EC 2008. Amending regulation (EC) No 2074/2005 as regards the total volatile basic nitrogen (TVB-N) limits. In: COMMUNITIES, T. C. O. T. E. (ed.) 1022/2008. *Official journal of the European Union*.
- Fellows, P. J. (2000). Food Processing Technology Principles and Practice, 2nd ed., Woodhead Publishing, Cambridge, U.K., ISBN 1- 85573-533-4.
- Frank, F., Xu, Y., Jiang, Q., & Xia, W. (2014). Protective effects of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) on physicochemical and microbial attributes of liquid smoked silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) wrapped in aluminium foil during chilled storage. *African journal of food science*, 1996-0794.
- Gerdes, D. L., & Santos, V. C. (1991). Modified atmosphere packaging of commercial Pacific red snapper (*Sebastes entomelas*, *Sebastes flavidus* or *Sebastes godei*). *Lebensmittelwissenschaft und technologie*, 24, 256-258.
- Ghaly, AE., Dave, D., Budge, S., & Brooks. M.S. (2010). Fish spoilage mechanisms and preservation techniques. *American Journal of Applied Sciences*, 7, 859-877.
- Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Linares, M. C., Villarino-Rodriguez, A., Garcia-Arias, M. T., & Garcia-Fernandez, M. C. (2004). Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method. *Food Microbiology*, 21, 193-201.
- Gonzalez-Fandos, E., Villarino-Rodriguez, A., Garcia-Linares, M. C., Garcia-Arias, M. T., & Garcia-Fernandez, M. C. (2005). Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. *Food Control*, 16, 77-85.
- Hassanin, A. I. S., & El-Daly, A. E. (2013). Effect of propolis and garlic on Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fillets during frozen storage. *Journal of the arabian aquaculture society*, 8, (1), 237-248.
- Howgate, P. (2009). Traditional methods. In: Fishery products quality, safety, and authenticity. Edited by: Harmut Rehbein and Jörg Oehlenschläger. Wiley Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd, Publication, Chichester, UK. 19-41.
- Huss, H. H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. Rome: Food and Agriculture Organisation (FAO) of the United Nations.
- Jinadasa, B. K. K. K. (2014). Determination of quality of marine fishes based on total volatile base nitrogen test (TVB-N). *Nature and Science*, 12(5), 106-111.

- Kaya, İ. (2006). Türkiye'deki kültür balıkçılığı ihracatında sektörel dış ticaret modeli uygulaması, yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Larsen, R., Eilertsen, K., & Elvevoll, E. D. (2011). Health benefits of marine foods and ingredients. *Biotechnology advances*, 29, 508-518.
- Manthey, M., Karnop, G., & Rehbein, H. (1988). Quality changes of European Catfish (*Silurus glanis*) from warm water aquaculture during storage on ice. *Int J. Food Sci Tech*, 23, 1-9.
- Meng, J., & Genigeorgis, C. A. (1994). Delaying toxigenesis of *Clostridium botulinum* by sodium lactate in sous-vide products. *Letters in applied microbiology*, 19, 20-23.
- Nakano, M., Sagane, Y., Koizumi, R., [Nakazawa, Y.](#), [Yamazaki, M.](#), [Watanabe, T.](#), [Takano, K.](#), & [Sato, H.](#) (2018). Chemical properties and colors of fermenting materials in salmon fish sauce production. *Data in Brief*, 16, 483-488.
- Pakawatchai, C., Siripongvutikorn, S., & Usawakesmanee, W. (2009). Effect of herb and spice paste on the quality changes in minced salmon flesh waste during chilled storage. *Asian journal of food and agro-industry*, 2, 481-492.
- Picouet, P. A., Cofan-Carbo, S., Vilaseca, H., Ballbè, L. C., & Castells, P. (2011). Stability of sous-vide cooked salmon loins processed by high pressure. *Innovative food science and emerging technologies*, 12, 26-31.
- Placek, V., Svobodova, V., Bartonicek, B., Rosmus, J., & Camra, M. (2004). Shelf-stable food through high dose irradiation. *Radiation physics and chemistry*, 71, 513-516.
- Regenstein, J. M., & Regenstein, C. E. (1991). Introduction to fish technology. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Schafheitle, J. M. (1990). The sous vide system for preparing chilled meals. *British Food Journal*, 92, 23-27.
- Schellekens, M. (1996). New research issues in sous-vide cooking. *Trends in food science and technology*, 7, 256-262.
- Schormüller, J. (1968). Handbuch der Lebensmittelchemie, Band Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Shakila, R. J., Jeyasekaran, G., Vijayakumar, A., & Sukumar, D. (2009). Microbiological quality of sous-vide cook chill fish cakes during chilled storage. *International journal food science technology*, 11, 2120-2126.
- Sohn, J. H., Taki, Y., Ushio, H., Kohata, T., Shioya, W., & Oshima, T. (2005). Lipid oxidations in ordinary and dark muscles of fish. Influence on rancid off-odor development and colour darkening of yellowtail flesh during ice storage. *J. food sci.*, 70, 490-496.
- Sengör, G. F., Çelik, U., & Akkuş, S. (2000). Buzdolabı koşullarında depolanan istavrit balığı (*Trachurus trachurus*, L. 1758)'nin tazeliğinin ve kimyasal bileşiminin belirlenmesi. *Türk j vet animsci*, 2, 187-193.
- Tejada, M., Huidobro, A., & Mohamed, G. F. (2006). Evaluation of two quality indices related to ice storage and sensory analysis in farmed gilthead seabream and seabass. *Food sci. technol. int.*, 12(3), 261-268.
- Tingman, W., Jian, Z., & Xiaoshuan, Z. (2010). Fish product quality evaluation based on temperature monitoring in cold chain. *African journal of biotechnology*, 9(37), 6146-6151.
- Uçal, O., & Benli, H. A. (1993). Levrek Balığı ve Yetiştiriciliği, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum.
- Valenzuela, A., & Valenzuela, R. (2013). Omega-3 Docosahexaenoic Acid (DHA) and Mood disorders, Why and How to Provide Supplementation? <http://dx.doi.org/10.5772/53322> Chapter 10. page 242-261.
- Zhong-Yi, L., Zhong-Hai, L., Miao-Ling, Z., & Xiao-Ping, D. (2010). Effect of fermentation with mixed starter cultures on biogenic amines in bighead carp surimi. *International Journal of food science and technology*, 45, 930-936.

**First Record of *Praethecacineta halacari* (Suctorea: Ciliophora) from Antalya, Turkey**Furkan DURUCAN<sup>1\*</sup>, Yunus Ömer BOYACI<sup>2</sup><sup>1</sup>İşıklar Caddesi No 16, 17 TR-07100 Antalya, Turkey<sup>2</sup>Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Eğirdir Fisheries, Isparta, Turkey

\*Corresponding Author: f\_durucan@hotmail.com

**Research Article**

Received 30 August 2018; Accepted 03 April 2019; Release date 01 June 2019.

**How to Cite:** Durucan, F., & Boyacı, Y. Ö. (2019). First record of *Praethecacineta halacari* (Suctorea: Ciliophora) from Antalya, Turkey. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 135-138. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577448>**Abstract**

The present study report a marine suctorian species *Praethecacineta halacari* (Schulz,1933) on a *Copidognathus venustus* Bartsch, 1977 collected from Antalya, Turkey.

**Keywords:** *Praethecacineta halacari*, *Copidognathus venustus*, suctorian ciliate, Antalya

***Praethecacineta halacari* (Suctorea: Ciliophora)'nin Antalya, Türkiye'den ilk kaydı**

**Özet**

Bu çalışmada, Antalya kıyılarından *Copidognathus venustus* Bartsch, 1977 türü üzerinde tespit edilen deniz suctorian'larından *Praethecacineta halacari* (Schulz,1933)' nin Türkiye'den ilk kaydı rapor edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Praethecacineta halacari*, *Copidognathus venustus*, suctorian siliyat, Antalya.

**INTRODUCTION**

Suctorian ciliates present both marine and freshwaters. They inhabit both anorganic and organic material, plants and animals and feed microalgae and other ciliates (Dovgal et al., 2008; Dovgal et al., 2009; Bartsch and Dovgal, 2010; Durucan and Boyacı, 2016). The water mites (Hydrachnidia and Halacaroidea) are well known hosts for epibiotic suctorian ciliates. At present, 13 suctorian species are recorded from hydrachnid and halacarid mites (Chatterjee et al., 2018). While studying on halacarid mites in Antalya, we found these suctorian ciliates which are reported here for the first time from Turkey.

**MATERIAL and METHODS**

Only one halacarid mite, *Copidognathus venustus* Bartsch, 1977 was identified as a ciliated suctorian from medium coarse sand, at a depth of 2 m (July, 2018) (Lara, Kundu) close to city center of Antalya (36.850361°N, 30.847684°E) (Fig.1). The sample was examined at University of Applied Sciences of Isparta (ISUBU), Fisheries Faculty, Ecology and Limnology laboratory, Isparta, Turkey. Samples were sorted under binocular microscope (Nikon SMZ 10). The ciliated mite photo was took under the light microscope (Nikon Eclipse E400). The ciliate was identified to specific level on the basis of Dovgal (2002), whereas the halacarid species of *C. venustus* was identified on the basis of Bartsch (1977). Permanent slide of ciliated halacarid mite was mounted in Hoyers medium and deposited in the author's personal collection in Antalya (FD-3/18-1).

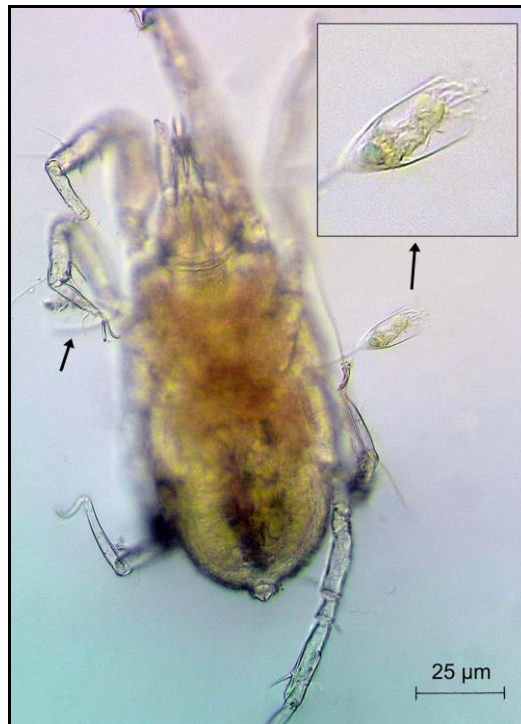




**Fig. 1:** Map of the study area showing the sampling station.

## RESULTS and DISCUSSION

Two individuals of *Praethecacineta halacari* (Schulz, 1933) were attached to ventral side of the *Copidognathus venustus* Bartsch, 1977. Both two ciliates are attached to the idiosomatic side of the mite. Female *C. venustus* is 300  $\mu\text{m}$  long and 165  $\mu\text{m}$  wide. Length of lorica of the *P. halacari* is approximately 60  $\mu\text{m}$  and 20  $\mu\text{m}$  wide (Fig. 2). As a result of this study, *P. halacari* has been determined from 16 different halacarid species belonging to 5 genera. According to the species numbers, *Copidognathus* ranked first with 11 species. *Copidognathus* was respectively followed by *Acarothrix*, *Agauae*, *Halacarellus*, *Rhombognathus* with 1 species (Table 1). This is the first suctorian ciliate record from Turkey.



**Fig. 2:** Ventral view of *C. venustus* with *P. halacari* marked with on arrows

**Table 1.** List of recorded *P. halacari* with geographical distributions and their host species (modified from Chatterjee et. al. 2018)

References	Location	Host of halacarid species
Schulz (1933)	Kiel, Germany Tromsø, Norway	unidentified species unidentified species
Precht (1935)	Kiel, Germany	<i>Copidognathus</i> sp.
Hamond (1970)	Norfolk, England	<i>C. fabricii</i> (Lohmann, 1889) <i>C. oculatus</i> (Hodge, 1863)
Detcheva (1992)	Bulgaria	unidentified species
Boshko & Dovgal (2004)	Natural Reserve, Kurortnoye, Crimea	<i>Copidognathus brachystomus</i> Viets, 1940
Gelmboldt & Dovgal (2005)	Cape Martian Reserve, Crimea	unidentified species
Dovgal et al. (2008)	Goa, India	<i>Copidognathus arabicus</i> Chatterjee & Chang, 2004
	Black Sea	<i>C. brachystomus</i> Viets, 1940
	North Sea	<i>C. brifacius</i> Bartsch, 1989
	Black Sea	<i>C. magnipalpus</i> (Police, 1909)
	Western Australia	<i>C. meridianus</i> Bartsch, 2003
	Brazil	<i>C. tupinamborum</i> Pepato & Tiago, 2005
	Caspian Sea	<i>Halacarellus hyrcanus</i> (Viets, 1928)
Dovgal et al. (2009)	Taiwan	<i>Copidognathus</i> sp.
	Tanzania	<i>C. ungujaensis</i> Chatterjee, De Troch&Chang, 2006
Normant et al. (2013)	Canada	unidentified species
	Gdańsk, Poland	<i>Copidognathus</i> sp.
Chatterjee et al. (2014)	Brunei Bay, Pulau Bedukang	<i>Copidognathus</i> sp.
Bartsch (2015)	Singapore	<i>Acarothrix grandocularis</i> Chatterjee, 2012
		<i>Agaue galatea</i> Otto, 1999
		<i>Copidognathus presidents</i> Bartsch, 1992
		<i>Rhombognathus aspidotus</i> Bartsch, 2006
Durucan & Boyaci (2016)	Albufeira, Portugal	<i>Copidognathus</i> sp.
Present study	Antalya, Turkey	<i>C. venustus</i> Bartsch, 1977

## REFERENCES

- Bartsch, I. (1977). Ergänzung zur Halacariden-Fauna (Halacaridae, Acari) der Bretagne-Küste. Zur Gattung *Arhedeoporus* und *Copidognathus*. *Acarologia*, 18, 626–641.
- Bartsch, I., & Dovgal, I.V., (2010). A hydrothermal vent mite (Halacaridae, Acari) with a new *Corynophrya* species (Suctorina, Ciliophora), description of the suctorian and its distribution on the halacarid mite. *Protistology*, 46, 196-203.
- Bartsch, I. (2015). Halacaridae (Acari) amongst the epiflora and fauna on trunks, branches, roots, and pneumatophores on the coast of Singapore: A survey. *Raffles Bulletin of Zoology*, 31 (Supplement), 96–138.
- Boshko, E.G., & Dovgal, I.V. (2004) Sessile ciliates (Ciliophora). In: Karadag. Hydrobiological observations (Scientific Works dedicated to 90th anniversary of Tome I. Vyazemsky Karadag Scientific Station and 25th Anniversary of Karadag Natural Reserve of Ukrainian National Academy of Sciences). Book 2. Sonat, Simferopol, pp. 313–316. [in Russian]
- Chatterjee, T., Fernandez-Leborans, G., & Marshall, D.J. (2014) New records of ciliate epibionts (Ciliophora: Suctorea) from Brunei Darussalam. *Marine Biodiversity Records*, 70 (e87), 1–4.
- Chatterjee, T., Dovgal, I.V., Pešić, V., & Zawal, A. (2018). A checklist of epibiont suctorian and peritrich ciliates (Ciliophora) on halacarid and hydrachnid mites (Acari: Halacaridae & Hydrachnidia). *Zootaxa*, 4457 (3), 415-430.
- Detcheva, R.B. (1992). Catalogi faunae Bulgaricae. Vol. 1. Protozoa, Ciliophora. *Academia Scientiarum Bulgaricae*, Sofia, 134 pp.
- Dovgal, I.V. (2002). Evolution, phylogeny and classification of Suctorea (Ciliophora). *Protistology*, 2, 194–270.

- Dovgal, I.V., Chatterjee, T., & Ingole, B., (2008). An overview of suctorian ciliates (Ciliophora, Suctorea) as epibionts of halacarid mites (Acari, Halacaridae). *Zootaxa*, 1810, 60–68.
- Dovgal, I.V., Chatterjee, T., Subba Rao, D.V., Chan, B.K.K., & De Troch, M. (2009). New records of *Praethecacineta halacari* (Schulz) (Suctorea: Ciliophora) from Taiwan, Tanzania and Canada, *Marine Biodiversity Records*, 2, 1-3.
- Durucan, F., & Boyacı, Y.Ö. (2016). First Record of the Ciliate *Praethecacineta halacari* (Ciliophora: Suctorea) Epibiont on *Copidognathus* Halacarid Mite from Portugal. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 97–100.
- Gelmboldt, M.V., & Dovgal, I.V. (2005). The new finds of suctorian ciliates (Ciliophora, Suctorea) at the halacarid mites (Acari, Halacaridae) from the Ukrainian coast of the Black Sea. *Vestnik Zoologii*, N19 (Supplement), 85–86. [in Russian with English summary]
- Hamond, R. (1970). The marine protozoa, metazoan and porifera of Norfolk. *Transactions of the Norfolk & Norwich Naturalists Society*, 22 (2), 83–89.
- Normant, M., Zawal, A., Chatterjee, T., & Wójcik, D. (2013). Epibiotic mites associated with the invasive Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* – new records of Halacaridae from Poland. *Oceanologia*, 55 (4), 901–915.
- Precht, H. (1935). Epizoen der Kieler Bucht. *Nova Acta Leopoldina Halle*, 3, 405–474.
- Schulz, E. (1933). Beiträge zur Kenntnis marinen Suctorien. *V. Zoologischer Anzeiger*, 103, 327–329.

## Reporting of Sexual Population of *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808) from a Man-Made Pond (Kahramanmaraş, Turkey) and Comparison of Hemipenes of the Genus *Heterocypris* Claus, 1892

Mehmet YAVUZATMACA\*  Okan KÜLKÖYLÜOĞLU 

Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, Bolu, Turkey

\*Corresponding Author: [yavuzatmaca46@gmail.com](mailto:yavuzatmaca46@gmail.com)

**Research Article**

Received 10 October 2018; Accepted 18 December 2018; Release date 01 June 2019.

**How to Cite:** Yavuzatmaca, M., & Külköylüoğlu, O. (2019). Reporting of sexual population of *Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808) from a man-made pond (Kahramanmaraş, Turkey) and comparison of hemipenes of the genus *Heterocypris* Claus, 1892. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 139-150. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577460>

### Abstract

The current numbers of the genus *Heterocypris* includes about 68 species. When 37 species have males, males of 26 species are not known and data is not available for five species. Among the species of the genus, *Heterocypris incongruens* has a cosmopolitan distribution but the males of the species have only been reported in Palearctic and Nearctic regions. During an extensive field sampling, total of 6 males and 59 females were collected from Haydolar pond (a man-made pond) in Pazarcık, Kahramanmaraş (Turkey) on 11 June and 08 September of 2010. During this study, we focused on the description of the hemipenis and compared it with others in the genus. Sexual ratio is about 1:10 in favor of females. Zenker's organ has 28 whorls. The length of the hemipenis (Lh = 0.23 mm) was about 19% (ca 1/5) of the length of the carapace (L: 1.21 mm) in our samples. Distal and proximal shields of the hemipenis show variability within the individuals of the male *H. incongruens* but these shields are similar among some other species (e.g., *H. punctata* and *H. putei*). Such similarities in hemipenes may support the fact that the species of the genus may have a monophyletic group. Accordingly, our study suggest that using hemipenis as a taxonomic character should be done with great attention because the shape of hemipenis can be changed by means of several factors.

**Keywords:** *Heterocypris*, hemipenis, Kahramanmaraş, monophyletic, Palearctic

***Heterocypris incongruens* (Ramdohr, 1808)'in seksüel popülasyonunun insan yapımı bir gölette (Kahramanmaraş, Türkiye) rapor edilmesi ve *Heterocypris* Claus, 1892 cinsinin hemipenislerinin karşılaştırılması**

### Özet

*Heterocypris* cinsine ait 68 türün 37 tanesinin erkeği bilinirken 26 türün ise erkeği bilinmemektedir ve beş türün erkeğinin olup olmadığı hakkında ise bilgi bulunmamaktadır. *Heterocypris incongruens*, cinsin türleri arasında kozmopolit bir dağılıma sahiptir, ancak türün erkekleri sadece Palearktik ve Nearktik bölgelerde rapor edilmiştir. 11 Haziran ve 8 Eylül 2010 tarihlerinde Pazarcık (Kahramanmaraş, Türkiye)'teki Haydolar göletinde yapılan kapsamlı bir arazi çalışma sırasında toplam 6 erkek ve 59 dişi birey toplanmıştır. Çalışma sırasında, hemipenis'in tanımına odaklandık ve bunu cins içerisindeki diğer hemipenisler ile karşılaştırdık. Seksüel oranı yaklaşık 1:10 değeriyle dişiler lehine olduğu tespit edilmiştir. Zenker organında 28 tane sarmal vardır. Örneklerimizdeki hemipenis'in uzunluğu (Lh = 0.23 mm), karapaks (L: 1.21 mm) uzunluğunun yaklaşık %19'u (yaklaşık 1/5) kadardır. Hemipenis'in distal ve proksimal kısımları, erkek *H. incongruens* bireyleri içinde değişkenlik gösterirken bu kısımlar diğer bazı türler arasında benzerlik göstermektedir (örn., *H. punctata* ve *H. putei*). Hemipenislerdeki bu benzerlikler, cinsin türlerinin monofiletik bir grup olabileceği gerçeğine bir destek olabilir. Buna göre, çalışmamız hemipenisin taksonomik bir karakter olarak kullanılmasının büyük bir dikkat gerektirdiğini çünkü hemipenisin şeklinin farklı faktörlerle değişebileceğini önermektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Heterocypris*, hemipenis, Kahramanmaraş, monofiletik, Palearktik

### INTRODUCTION

The class Ostracoda is a wide-spread group of small crustaceans (Meisch, 2000). They have sexual, asexual and mixed reproductive (bisexual and parthenogenesis) modes (Butlin et al., 1998). According to Ozawa (2013), sexual reproduction is a prevalent reproductive mode among ostracods while a part of species can capable of reproducing asexually (or so called parthenogenetic species). In addition, sexual dimorphism is also common on carapace and appendages of Podocopida (Ozawa, 2013).

However, Cohen and Morin (1990) revealed that sexual reproduction is common among marine ostracods while non-marine ostracods mostly reproduce asexually (Butlin et al., 1998). Indeed, the males of some species show restricted distribution and so they are known as geographical parthenogens (sexually and asexually reproducing populations of some species are available and the lineages of both sometimes coexist) (Butlin et al., 1998). Among the non-marine ostracods, for example, *Cavernocypris subterranean*, *Potamocypris villosa* and *Pseudocypridopsis clathrata* (Martens and Meisch, 1985; Karanovic, 1999; Külköylüoğlu and Vinyard, 2000) are known as geographical parthenogens. This can be explained by historical and ecological factors (Horne and Martens, 1999). Accordingly, Butlin et al. (1998) stated that *E. virens* and *H. incongruens* are the geographical parthenogens and their sexual populations are available in southern parts of their ranges. Further, Horne (1998) noticed that the 57 and 28% of species of Cypridoidea (286 spp) and Cytheroidea (50 spp), respectively, reproduce asexually in Europe. According to Meisch (2000), total of 159 species recorded from western and central Europe include 96 bisexual (with male), 46 parthenogenetic (male absent) and 17 geographical parthenogens. It is clearly seen that bisexual / parthenogenetic ratio is about larger than 2 but this ratio equals to ca. 1.2 in Turkey (Yılmaz, 2016).

The genus *Heterocypris* currently includes about 68 extant species (Martens et al., 2013). While 37 species have males, no males have been reported for 26 species and there is no clear information about whether males of the five species present (as shown in Table 1). Among the species of the genus, *H. incongruens*, which was also called as “horse trough” (Fryer, 1997) and it shows wide distribution in all zoogeographical regions (Karanovic, 2012; Martens et al., 2013). Considering its widespread distribution, its tolerance range is quite large for different environmental variables. Therefore, it is not only cosmopolitan (Meisch, 2000) but also is considered as cosmoecious species (Külköylüoğlu, 2013), indicating wide geographical distribution and wide tolerance ranges of the species. On the other hand, bisexual populations of this species have already been known from Palearctic and Nearctic regions including Algeria and Tunisia (Moniez, 1891), Romania (Masi, 1906), USA (Ohio) (Furtos, 1933), Spain (Margalef, 1953; Bellavere et al., 1999), southern France (Ohm and Remmert, 1955), Austria (near Vienna) (Löffler, 1961) and Portugal (Paulo and Moutinho, 1983). Besides, Meisch (2000) stated that the presence of bisexual population of *H. incongruens* with *H. barbara* in Czech Republic (Vávra, 1891), Hungary (Daday, 1900) and in eastern Germany (Klie, 1938) should be re-checked because the confusion with *H. barbara* cannot be clarified. In Turkey, male specimens have been reported in seven provinces (Gülen, 1985; Altınışçılı, 1988; Külköylüoğlu et al., 1993; Gülen et al., 1994; Gülen et al., 1996; Özuluğ and Kılıç, 2002) (Figure 1). However, the presence of male in some of these studies is doubtful and so it should be check again. Thereby, the current study is aimed to i) discuss the presence of sexually reproducing population of *H. incongruens* in a man-made pond; ii) re-describe hemipenis of *H. incongruens* and iii) compare the hemipenis of the species with hemipenes of the other species in the genus whenever possible.



**Figure 1.** Distribution of bisexual populations of *H. incongruens* in Turkey (\* previous reports; \*\* sampling site in the current study).

**Table 1.** Recent species of the genus *Heterocypris* and species with/without males. (\*) represents species without any drawings of the hemipenis, and the question (?) means no information available about the presence of male.

	Species	with male	without male
1	<i>Heterocypris affinis</i> Klie, 1930	+	
2	<i>Heterocypris anitae</i> Battish, 1981	+	
3	<i>Heterocypris antillensis</i> Broodbakker, 1982	+	
4	* <i>Heterocypris aurea</i> (Sars, 1895)	+	
5	<i>Heterocypris balnearia</i> (Moniez, 1893)	+	
6	<i>Heterocypris barbara</i> (Gauthier & Brehm, 1928)	+	
7	<i>Heterocypris bogotensis</i> Roessler, 1982		+
8	<i>Heterocypris bosniaca</i> Petkovski, Scharf & Keyser, 2000	+	
9	<i>Heterocypris calva</i> (Rome, 1965)		+
10	<i>Heterocypris capensis</i> (G.W. Müller, 1908)	+	
11	<i>Heterocypris carolinensis</i> (Ferguson, 1958)		+
12	<i>Heterocypris chandrai</i> (Arora, 1931)		+
13	<i>Heterocypris ciliata</i> (Thomson, 1879)		+
14	<i>Heterocypris congenera</i> (Vávra, 1897)	+	
15	<i>Heterocypris crenata</i> (Turner, 1893)	+	
16	<i>Heterocypris dubia</i> Sars, 1910		+
17	<i>Heterocypris euplocama</i> (Lowndes, 1931); (Martens, 1984)	?	?
18	<i>Heterocypris exigua</i> (Gauthier & Brehm, 1928)	+	
19	<i>Heterocypris favosa</i> Victor & Fernando, 1980		+
20	<i>Heterocypris fluvialilis</i> (Furtos, 1933)	+	
21	<i>Heterocypris gevgelica</i> Petkovski, Keyser & Scharf, 2000		+
22	<i>Heterocypris giesbrechti</i> (G.W. Müller, 1898)	+	
23	<i>Heterocypris glauca</i> (Furtos, 1933)	+	
24	<i>Heterocypris gregaria</i> (Skogsberg, 1917)	+	
25	* <i>Heterocypris humilis</i> (Lindroth, 1953)	+	
26	<i>Heterocypris hyalina</i> Klie, 1930	+	
27	<i>Heterocypris imus</i> (Gauthier, 1934)	?	?
28	<i>Heterocypris incongruens</i> (Ramdohr, 1808)	+	
29	<i>Heterocypris indica</i> (Battish, 1981)		+
30	<i>Heterocypris kervillei</i> (Daday, 1911)		+
31	<i>Heterocypris leana</i> (Sars, 1896)		+
32	<i>Heterocypris luzonensis</i> Neale, 1981	+	
33	<i>Heterocypris makua</i> (Tressler, 1937)		+
34	<i>Heterocypris malini</i> Deb, 1983		+
35	<i>Heterocypris margaritae</i> Margalef, 1961	+	
36	<i>Heterocypris monodi</i> (Gauthier, 1938)	+	
37	<i>Heterocypris nicaraguensis</i> Hartmann, 1959	+	
38	<i>Heterocypris nuda</i> (Victor & Michael, 1975)		+
39	<i>Heterocypris nurrensis</i> Tagliasacchi-Masala	?	?
40	<i>Heterocypris nusbaumi</i> (Grochmalicki, 1911)		+
41	<i>Heterocypris oblonga</i> (Sars, 1924)		+
42	<i>Heterocypris ovularis</i> (Sars, 1924)	+	
43	* <i>Heterocypris panningi</i> Brehm, 1934	+	
44	<i>Heterocypris parasimilis</i> Martens, 1994: (nom. nov. pro <i>H. similis</i> Klie, 1933 nec Wierzejski, 1893)	?	?
45	<i>Heterocypris persica</i> (Klie, 1937)	+	
46	<i>Heterocypris punctata</i> Keyser, 1976	+	
47	<i>Heterocypris putei</i> (Furtos, 1936)	+	
48	<i>Heterocypris reptans</i> (Kaufmann, 1900)	+	
49	<i>Heterocypris reticulatus</i> (Tressler, 1937)		+
50	<i>Heterocypris rotundata</i> (Bronstein, 1928)		+
51	<i>Heterocypris sabirae</i> Gülen, 1985	+	
52	<i>Heterocypris salaria</i> Hartmann, 1962		+
53	<i>Heterocypris salina</i> (Brady, 1868)	+	
54	<i>Heterocypris sanukiensis</i> Okubo, 2004	+	
55	<i>Heterocypris sarsi</i> (Brady, 1906)	+	
56	<i>Heterocypris setoensis</i> (Okubo, 1990)		+
57	<i>Heterocypris similis</i> (Wierzejski, 1893)	+	
58	<i>Heterocypris somalicus</i> (Masi, 1925)		+
59	<i>Heterocypris sydneya</i> (King, 1855)		+
60	<i>Heterocypris symmetricus</i> G.W. Müller, 1898	?	?

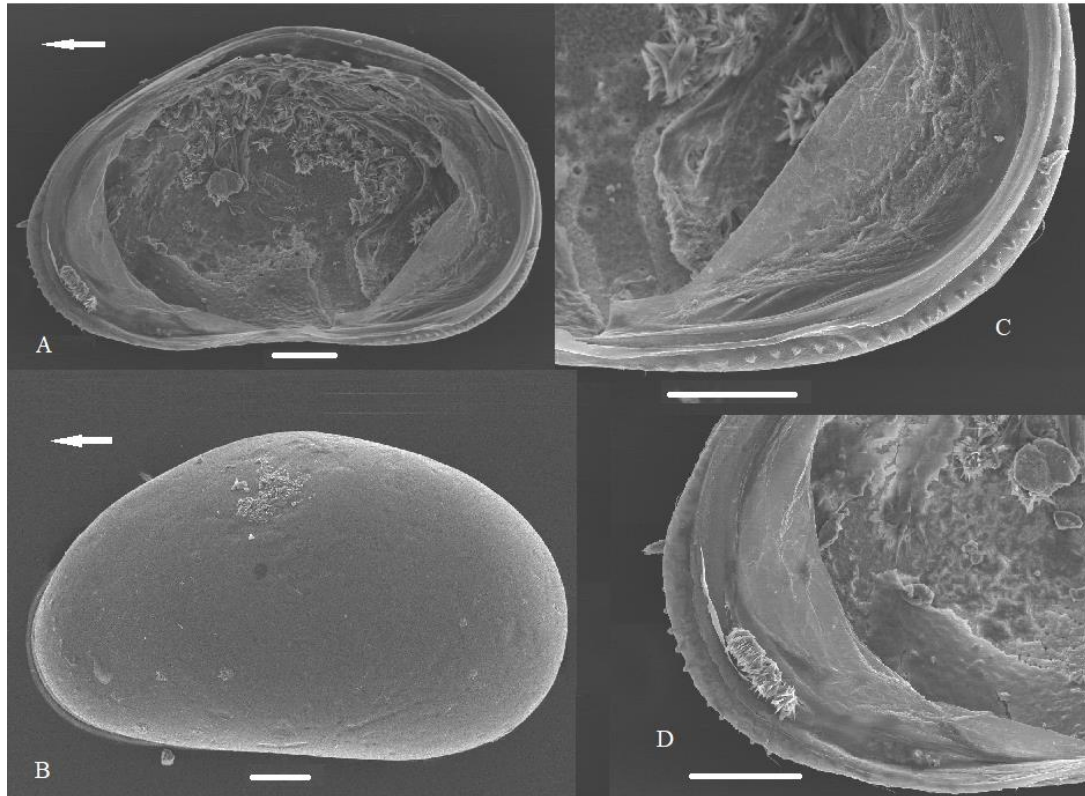
61	<i>Heterocypris symmetricus symmetricus</i> (G.W. Müller, 1898)	+	
62	<i>Heterocypris syriaca</i> (Daday, 1911)		+
63	<i>Heterocypris takedai</i> Okubo, 1973		+
64	<i>Heterocypris tatei</i> (Brady, 1886)	+	
65	<i>Heterocypris vandouwei</i> (Brehm, 1923)	+	
66	<i>Heterocypris vatia</i> De Deckker, 1981	+	
67	<i>Heterocypris wolffhuegeli</i> (Méhes, 1914)		+
68	<i>Heterocypris zugmayeri</i> (Brehm, 1914)		+

## MATERIAL and METHODS

During an extensive field sampling (11 June and 8 September of 2010), total of 6 males and 59 females were collected with a plankton hand-net (150  $\mu\text{m}$ ) from Haydolar pond (a man-made pond: 41°23'42.3"N, 37°21'0.35"E, 821 m a.s.l.) in Pazarcık, Kahramanmaraş (Turkey) (Figure 2). The samples were fixed in 70% ethanol in a 250 ml of plastic bottle. This pond has been used as a water source for domestic animals for about last 50 years. There is no flowing water source into the pond from a spring or a creek. Therefore, it receives its water mainly from rainfall but during summer season villagers transport tape water into the pond to keep water level constant for domestic animals. On 11 June 2010, some physico-chemical variables of pond were measured as pH = 6.3 (Hanna HI-98150), electrical conductivity = 344.6  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , salinity = 0.2 ‰, and water temperature = 25.6 °C (YSI Model 85). In laboratory, individuals were hand sorted from sediments and then soft body parts of individual specimens were dissected in lactophenol solution, and the carapaces were kept in micropaleontological slides for Scanning Electron Microscope (SEM) photos (Figure 3) whenever possible. Drawing of soft body parts were prepared with a camera lucida (Olympus U-DA) attached to an Olympus BX51 microscope. We used terminology of Meisch (2000) to describe the chaetotaxy of limbs and taxonomic status of individuals. Also, previous drawing of the hemipenis of *H. incongruens* and other species of the genus were gathered from the literature (we directly used original drawings). The length of hemipenes and carapaces of species gathered from literature were measured by using the given scale. However, there was no any scale for carapaces and soft body parts in much of the former papers. Therefore, we are only able to provide measurement for hemipenes and carapaces of seven species and *H. incongruens*.



**Figure 2.** Haydolar pond (Kahramanmaraş, Turkey).

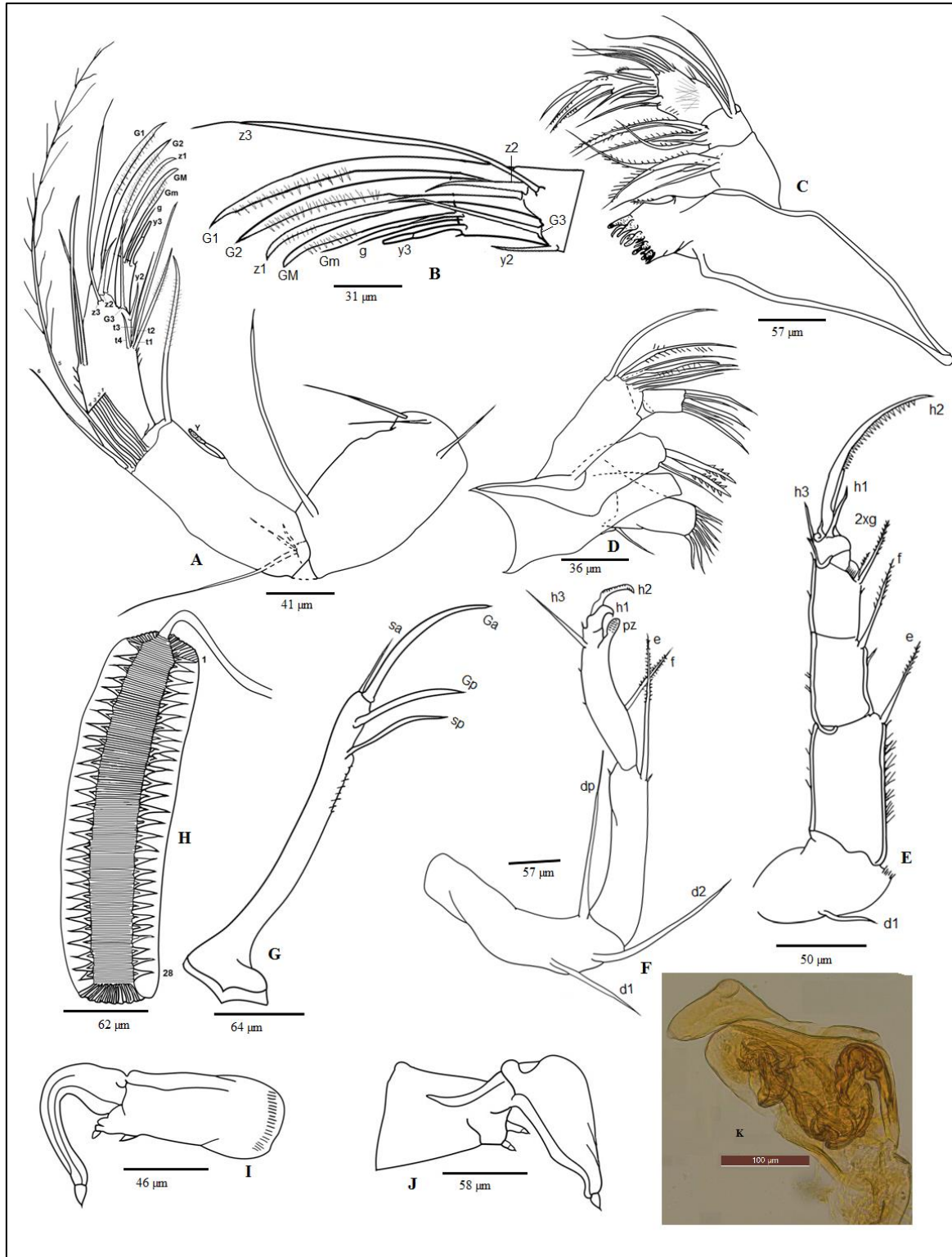


**Figure 3.** *Heterocypris incongruens* (male): A; right valve inside, B; left valve outside, C; right valve postero-ventral, D; right valve antero-ventral. Scale bar: 100  $\mu$ m and arrows indicates anterior.

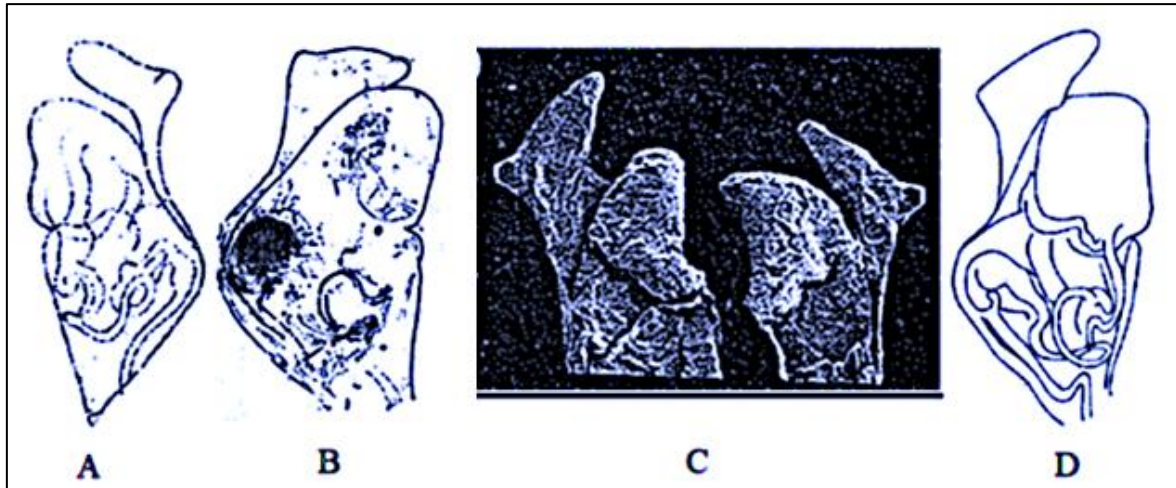
## RESULTS

Total of 65 individuals (6 males and 59 females) of *H. incongruens* were collected with accompanying species of *Ilyocypris gibba*, *Potamocypris unicaudata* and *Trajancypris clavata*. Soft body parts of the male drawn herein are as shown in Figure 4. The earlier drawings of hemipenes of *H. incongruens* and other species of the genus obtained from the literature are shown in Figures 5 and 6, respectively.

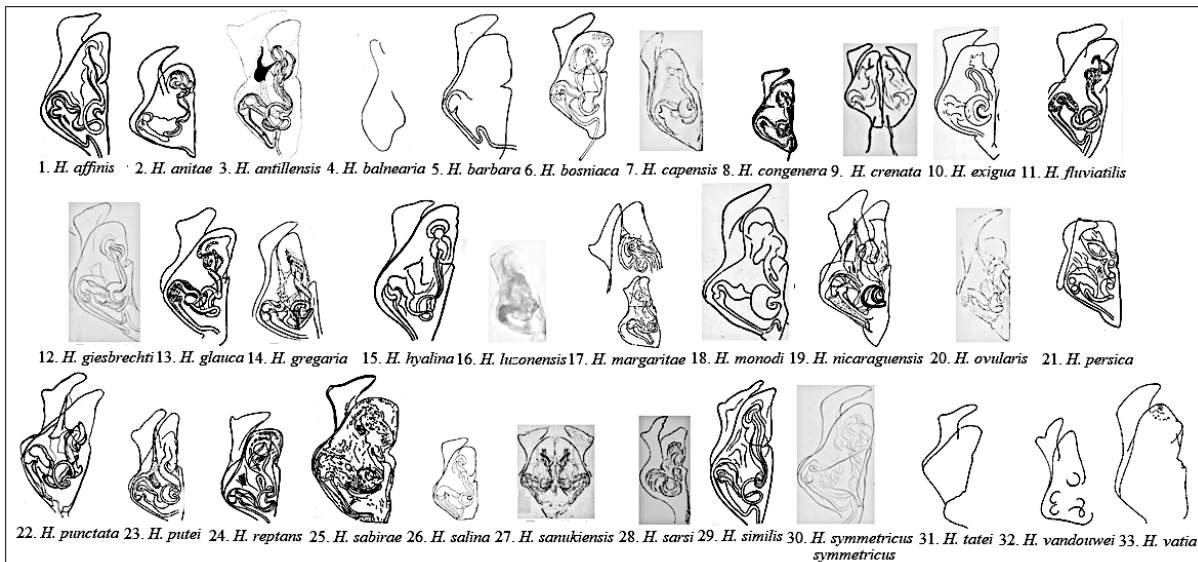




**Figure 4.** Soft body parts of male *H. incongruens* (the present study). A: A2; B: distal end of A2; C: mandibula; D: maxillula; E: walking leg; F: cleaning leg; G: uropod or furca; H: zenker's organ; I: right clasper; J: left clasper and K: hemipenis.

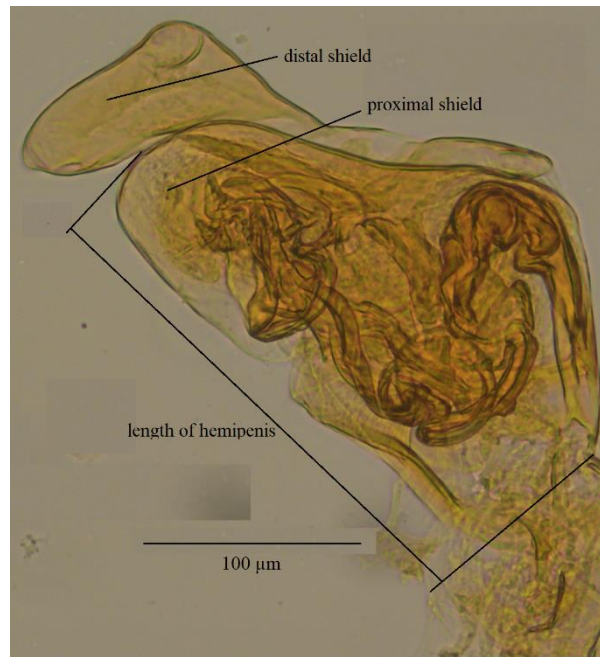


**Figure 5.** Drawings of the hemipenes of *H. incongruens* from previous works. A: from Daday (1900); B: from Gülen (1985); C: from Bellavere et al. (1999); D: from Meisch (2000).



**Figure 6.** Hemipenes of other species in genus *Heterocypris*. Citation/s of 1 and 15 (Klie, 1930), 2 (Battish, 1981), 3 and 22 (Broodbakker, 1982), 4 (Moniez, 1893), 5 and 24 (Meisch, 2000), 6 and 26 (Petkowski et al., 2000), 7 (Sars, 1924a), 8 (Vávra, 1895), 9 (Turner, 1893), 10 (Gauthier and Brehm, 1928), 11 and 13 (Furtos, 1933), 12 and 30 (Müller, 1898), 14 (Skosgberg, 1917), 16 (Neale, 1981), 17 (Margalef, 1961), 18 (Gauthier, 1938), 19 (Hartmann, 1959), 20 (Sars, 1924b), 21 and 24 (Klie, 1937), 23 (Furtos, 1936), 25 (Gülen, 1985), 27 (Okubo, 2004), 28 (Brady, 1906), 29 (Klie, 1933), 31 (De Deckker, 1979), 32 (Brehm, 1923) and 33 (De Decker, 1981).

Length of hemipenis (Figure 7) and carapaces for seven other species and for *H. incongruens* (from the current study and from Meisch (2000)) were tabulated in Table 2. The length of the hemipenis of *H. incongruens* is equal to 0.23 mm (N=2) when the length of the carapace equals to 1.21 mm in our samples. Thus, hemipenis / carapace ratio is about 0.19 mm when the range of this ratio is changed from 0.16 to 0.27 for other seven species (Table 2). Distal parts was not included when measuring the length of hemipenis because of i) this is a playful part and so length and position of it may change due to the erected or relaxed position of hemipenis and ii) damaging to this part during dissection of soft body parts of ostracods species for preparation of permanent slides.



**Figure 7.** Hemipenis of *H. incongruens*.

**Table 2.** Length of hemipenis and carapaces (mm) and hemipenis/carapace ratio for seven species of the genus *Heterocypris* and of *H. incongruens* (\* and \*\* represent individual herein and from Meisch (2000), respectively).

Species	Length of		Ratio hemipenis/carapace
	Hemipenis	Carapace	
<i>H. anitae</i> Battish, 1981	0.28	1.41	0.20
<i>H. antillensis</i> Broodbakker, 1982	0.27	1.20	0.23
<i>H. barbara</i> (Gauthier & Brehm, 1928)	0.29	1.20	0.24
<i>H. exigua</i> (Gauthier & Brehm, 1928)	0.15	0.79	0.19
<i>H. punctata</i> Keyser, 1976	0.30	1.11	0.27
<i>H. tatei</i> (Brady, 1886)	0.38	1.86	0.20
<i>H. vatia</i> De Deckker, 1981	0.28	1.70	0.16
<i>H. incongruens</i> (Ramdohr, 1808) **	0.34	1.25	0.27
<i>H. incongruens</i> (Ramdohr, 1808) *	0.23	1.21	0.19
Min	0.15	0.79	0.16
Max	0.38	1.86	0.27
Mean	0.28	1.30	0.22

## DISCUSSION and CONCLUSION

In the present study, the presence of amphimictic (sexual) population of *H. incongruens* collected from a man-made pond was reported. However, this may not be limited within the ponds. Indeed, male individuals of the species were also encountered from hot water-spring and canal (Gülen, 1985). It shows that like parthenogenetic populations of the species, sexual populations may have a wide range of habitat preferences. Rossi et al. (2007) pinpointed about the morphological differences between the females of apomictic (asexual) and amphimictic populations of the same species (i.e., *H. barbara*) in the same locality. However, we did not observe significant morphological differences among the females of *H. incongruens*. Besides, the sex ratio (ca 1:10) herein was higher than the sex ratio (1:15) reported by Meisch (2000). This may demonstrate the sexually reproducing population of

*H. incongruens* in Haydolar pond. In other words, the male individuals in the current study are not occasional rare males.

Distal and proximal shields of the hemipenis (Figure 7) show variability (based on the 6 different drawings (one from the current study and 5 from the literature) and SEM photos) (Figure 5) among the individuals of male *H. incongruens* while no such variation is recorded for some of the species (among 35 species) of the genus in literature (e.g., *H. punctata* and *H. putei*). Indeed, the drawings of hemipenis of *H. incongruens* and *H. sabirae* in Gülen (1985) were not discernable to say that they belong to two different species. On the other hand, Okubo (1985) stated that male copulatory organ is a useful part to identify species because it does not show variability among individual of same marine species. However, this view may not be applied for many freshwater ostracods as seen among individual of *H. incongruens* (Figure 5) and in the individual of other species in genus *Heterocypris* (Figure 6). The distal shield of male *H. incongruens* described in here seems to be a human-foot shape with a prominent heel like structure (Figures 4K and 7) when this part showed variability for the same species in literature (Figure 5). Similarly, most of the poor drawings in the literature for the males of other 35 species show great variabilities in this part (Figure 6). Thereby, the information provided here may suggest that using hemipenis as a taxonomic character needs a great attention not only for the genus *Heterocypris* but also for the other genera of ostracods. This is because the shape of proximal and distal shields and the orientation of M-process may change due to the erection and comfortable situation of hemipenis (Klie, 1938). The closely resembling of all hemipenes of all the species of the genus *Heterocypris* seem to support that the genus is a monophyletic group.

The hemipenis / carapace ratio of *H. incongruens* herein (0.19 mm) is smaller than mean (0.22 mm) but it falls into the given range including other species (0.16 and 0.27) and ratio (0.27 mm) given in Meisch (2000) for the same species (Table 2). These suggest that hemipenis alone can reach up to one fifth of carapace length. Besides, the length of Zenker's organ herein (ca 0.28 mm) corresponds to the range (0.33-0.38 mm) provided by Matzke-Karasz et al. (2014) for *H. barbara*, *H. incongruens* and *H. rotundata* when their maximum sperm length ranged from 1.0 to 1.6 mm. This indicates Zenker's organ of *H. incongruens* is about 23% of carapace length. These findings moderately support the previous statements like that male reproductive system may reach up to a third of body volume (McGregor and Kesling, 1969) and at least 35 % of the body length (Cohen and Morin, 1990). McGregor and Kesling (1969) proposed that most of the entire body of ostracods are covered by the reproductive system. This reveals that reproductive system may have important role for taxonomic identification of this organisms. Besides, using some other parts of the hemipenis in taxonomic identifications, such as M-process (Meisch, 2000; Karanovic, 2012), accurately measured numeric values (as length of hemipenis, ratio of length of hemipenis to carapace) of the hemipenis may also be used as well. Therefore, when the taxonomic key is constructed, inclusion of such measurements of the hemipenis can help to make better identification.

Additionally, the soft parts of both sexes are of similarities but there can be small differences exist between them; therefore, sexual dimorphism is still obvious in males and females of *H. incongruens*. For example, aesthetasc Y on A2 is relatively mid-ventrally in male but lower mid-ventrally in female. G1 claws are similar in both sexes. However, G2 claw on the second antennae (A2) is smaller in females than males. Also, G3 claw reaching to the tips of G1 and Gm in female when it is about 1.5x and 2x of the length of terminal segment of A2 in male and female, respectively. In conclusion, we provide a re-description of the males of *H. incongruens* from Turkey, suggesting that the genus taxonomic status needs an urgent revision.

**Acknowledgements:** We thanked to Mr. Ökkeş YAVUZATMACA and Mr. Mahmut KANAÇ for their help during field studies. Also, we are grateful to deceased Prof. Dr. Eugen Karl KEMPF (Germany), Prof. Dr. Dan L. DANIELOPOL (Austria), Prof. Dr. Renate MATZKE-KARASZ (Germany), Dr. Dietmar KEYSER (Germany) and Dr. Robin James SMITH (Japan) for kindly sending us some of the former papers. Dr. Necmettin SARI was acknowledged for his help in digitizing some of those drawings in first draft.

## REFERENCES

- Altınsoçlı, S. (1988). The Ostracoda fauna of the Bergama region and its seasonal changes. İstanbul University, Msc Thesis.
- Battish, S. K. (1981). Freshwater Ostracoda of the subfamily Cyprinotinae from Punjab, India, with the description of eight new species. *Journal of Natural History*, 15, 645-669. DOI: 10.1080/00222938100770461
- Bellavere, C., Benassi, G., McKenzie, K. G., & Rossi V. (1999). Non-marine Ostracoda (Crustacea) from temporary ponds in the Isole Pelagie (Sicily, Italy). *Yerbilimleri*, 35, 29-38.
- Brady, G. S. (1906). On the Entomostiacan fauna of the New Zealand Lakes. Proceedings of the General Meeting for Scientific Business of the Zoological Society of London, p. 692-701.
- Brehm, V. (1923). Bericht über die von Dr. H. Weigold in China gesammelten Kopepoden und Ostrakoden. *Hydrobiologie*, 11(3-4), 329-345. DOI: 10.1002/iroh.19230110307
- Broodbakker, N. W. (1982). The genus *Heterocypris* (Crustacea, Ostracoda) in the West Indies, Part I. Taxonomic Characters. *Bijdragen tot de Dierkunde*, 52(2), 207-227.
- Butlin, R., Schön, I., & Martens, K. (1998). Asexual reproduction in non-marine ostracods. *Heredity*, 81, 473-480.
- Cohen, A. C., & Morin, J. G. (1990). Patterns of reproduction in ostracodes: A review. *Journal of Crustacean Biology*, 10(2), 184-211. DOI: 10.2307/1548480
- Daday, E. Von. (1900). Ostracoda Hungariae. Kiadja a Magyar Tudományok Akademia, Budapest, 320 pp.
- De Deckker, P. (1979). Ostracods from the Mound springs area between Strangways and Curdimurka, South Australia. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 103(6), 155-168.
- De Deckker, P. (1981). Ostracoda from Australian inland waters: Notes on taxonomy and ecology. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, 93(1), 43-85.
- Furtos, N. C. (1933). The Ostracoda of Ohio. *Bulletin of the Ohio Biological Survey*, 29, 411-524.
- Furtos, N. C. (1936). Freshwater Ostracoda from Florida and North Carolina. *American Midland Naturalist*, 17(2), 491-522. DOI: 10.2307/2419975
- Fryer, G. (1997). The horse-trough ostracod *Heterocypris incongruens*. *The Naturalist*, 122, 121-135.
- Gauthier, H., & Brehm, V. (1928). Ostracodes et Cladocères de l'Algérie et de la Tunisie. (3. note). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 19, 114-121.
- Gauthier, H. (1938). Ostracodes continentaux récoltés par M. Monod Au Sahara occidental et en Mauritanie. *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles du Maroc*, 18, 39-61.
- Hartmann, G. (1959). Beitrag zur kenntnis des Nicaragua sees unter besonderen berucksichtigung seiner Ostracoden (mit Beschreibung von 5 neuen Arten). *Zoologischer Anzeiger*, 162, 269-294.
- Horne, D. J. (1998). Non-marine ostracod database of Europe. University of Greenwich, Chatham. In: Butlin, R., Schön, I. & Martens, K. (eds.). Asexual reproduction in non-marine ostracods. *Heredity*, 81, 473-480.
- Horne, D. J., & Martens, K. (1999). Geographical parthenogenesis in European non-marine ostracods: post-glacial invasion or Holocene stability?. *Hydrobiologia*, 391, 1-7. DOI: 10.1023/A:100350821
- Gülen, D. (1985). The species and distribution of the group of Podocopa (Ostracoda-Crustacea) in freshwaters of western Anatolia. *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası Seri B*, 50, 65-80.
- Gülen, D., Altınsoçlı, S., Kubanç, C., & Kılıç, M. (1994). The Ostracoda (Crustacea) fauna of Turkey. Unpublished project report TBAG-989, p. 1-45, TÜBİTAK, Ankara.
- Gülen, D., Özüluğ, O., & Bilgin, F. H. (1996). Kabaklı kaynağı (Diyarbakır) ostracod (Crustacea) faunası. XIII Ulusal Biyoloji Kongresi, İstanbul.
- Karanovic, I. (1999). On *Pseudocypridopsis* n. gen., with a redescription of *Pseudocypridopsis clathrata* (Klie, 1936) and a first description of the male (Ostracoda, Cypridopsinae). *Bulletin Zoologisch Museum Universiteit van Amsterdam*, 17(1), 1-6.
- Karanovic, I. (2012). Recent freshwater ostracods of the World, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 608.
- Klie, W. (1930). Ostracoden aus dem paraguayischen teile des Gran-Chao. *Sonder-Avdruck aus dem Archiv für hydrobiologie*, 22, 221-258.
- Klie, W. (1933). Süß- und brackwasser-Ostracoden von Bonaire, Curaçao und Aruba. *Zoologisches Jahrbuch, Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere*, 64, 369-390.
- Klie, W. (1937). Süßwasser organismen aus dem Elbursgebirge (Persien). 2. Teil: Ostracoda. *Zoologischer Anzeiger*, 119, 207-211.
- Klie, W. (1938). Ostracoda, muschelkrebse.-die tierwelt Deutschlands und der angrenzenden meeresteile nach ihren merkmalen und nach ihrer lebensweise, 34 teil: krebstiere oder Crustacea, 1-230. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Külcöylüoğlu, O. (2013). Diversity, distribution and ecology of non-marine Ostracoda (Crustacea) in Turkey: Application of pseudorichness and cosmoecious species concepts. *Recent Research Development in Ecology*, 4, 1-18.

- Külcöylüoğlu, O., Altınsaçlı, S., & Kubanç, C. (1993). The Ostracoda (Crustacea) fauna of Küçükçekmece Lake (İstanbul) and seasonal distributions. *Turkish Journal of Zoology*, 17, 19-27.
- Külcöylüoğlu, O., & Vinyard, G. L. (2000). Distribution and ecology of freshwater Ostracoda (Crustacea) collected from springs of Nevada, Utah, and Oregon: A preliminary study. *Western North American Naturalist*, 60, 291-303.
- Löffler, H. (1961). Beiträge zur kenntnis der Iranischen Binnengewässer 2: regional-limnologische Studie mit besonderer Berücksichtigung der Crustaceenfauna. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 46, 309-406. DOI: 10.1002/iroh.19610460304
- Margalef, R. (1953). Los crustáceos de las aguas continentales ibéricas. Instituto Forestal de Investigaciones y experiencias, 1-243 (Ostrácodos (Ostracoda): 137-167).
- Margalef, R. (1961). La vida en los charcos de agua dulce de Nueva Esparta (Venezuela). *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 21(59), 75-110.
- Martens, K., & Meisch, C. (1985). Description of the male of *Potamocypris villosa* (Jurine, 1820) (Crustacea, Ostracoda). *Hydrobiologia*, 127, 9-15. DOI: 10.1007/BF00004658
- Martens, K., Savatentalinton, S., Schön, I., Meisch, C., & Horne, D. J. (2013). World checklist of freshwater Ostracoda species. World Wide Web electronic publication. Retrieved from <http://fada.biodiversity.be/group/show/18>.
- Masi, L. (1906). Faune de la Roumanie: Ostracodes récoltés par Mr. Jaquet. *Bulletinul Societatii de Sciinte*, 14(6), 647-665.
- Matzke-Karasz, R., Neil, J. V., Smith, R. J., Symonová, R., Morkovsky, L., Archer, M., Hand, S. J., Cloetens, P., & Tafforeau, P. (2014). Subcellular preservation in giant ostracod sperm from an early Miocene cave deposit in Australia. *Proceedings of The Royal Society B*, 281, 20140394. DOI: 10.1098/rspb.2014.0394
- McGregor, D. L., & Kesling, R. V. (1969). Copulatory adaptations in ostracods part I. Hemipenes of Candona. *Contributions from Museum of Paleontology, University of Michigan*, 22, 169-191.
- Meisch, C. (2000). Freshwater Ostracoda of western and central Europe, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, Süßwasserfauna von Mitteleuropa, 8, I-xii, pp. 522.
- Moniez, R. (1891). Faune des lacs salés d'Algérie: Ostracodes. *Mémoires de la Société Zoologique de France*, 4, 246-257.
- Moniez, R. (1893). Description d'une nouvelle espece de Cypris vivant dans les eaux thermales du Hammam-Meskhouline. *Bulletin De La Société Zoologique De France*. Dix-Huitième, 140-142.
- Müller, G. W. (1898). Die Ostracoden. In: Völtzkow, A. (ed.): Wissenschaftliche ergebnisse der reisen in Madagaskar und Ostafrika in der Jahren 1889–1895. *Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, Abhandlungen*, 21(2), 255-296.
- Neale, J. W. (1981). On *Heterocypris luzonensis* Neale sp. nov. *Stereo-Atlas Ostracod Shells*, 8, 79-86.
- Ohm, P., & Remmert, H. (1955). Etudes sur les rockpools des Pyrénées-Orientales. *Vie et Milieu*, 6(2), 194-209.
- Okubo, I. (1985). On the recent *Aurila* species from Japan. In: Hanai, T., Ikeya, N., & Ishizaki, K. (Eds.), *Evolutionary biology of Ostracoda, its fundamentals and applications*, 135-144 (Elsevier, New York).
- Okubo, H. (2004). Nihon Tansui san kaimijinko rui nit suite. 1-72. (Kabushikigaisha Sanmon Insatsusho, Okayama) (in Japanese).
- Ozawa, H. (2013). The history of sexual dimorphism in Ostracoda (Arthropoda, Crustacea) since the Palaeozoic, 30 p. (an open access chapter). DOI: 10.5772/55329
- Özuluğ, O., & Kılıç, M. (2002). Contributions to Ostracoda (Crustacea) fauna of Anatolia (1). *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 14, 71-79.
- Paulo, L. F., & Moutinho, M. (1983). Systématique et distribution des ostracodes au Portugal, publicações do instituto de zoologica. *Faculdade de Ciências do Porto*, 173, 1-32.
- Petkowski, T., Scharf, B., & Keyser, D. (2000). New and little known Ostracods of the genus *Heterocypris* (Crustacea, Ostracoda) from the Balkan Peninsula. *Limnologica*, 30, 45-57. DOI: 10.1016/S0075-9511(00)80042-0
- Rossi, V., Gandolfi, A., Baraldi, F., Bellavere, C., & Menozzi, P. (2007). Phylogenetic relationships of coexisting *Heterocypris* (Crustacea, Ostracoda) lineages with different reproductive modes from Lampedusa Island (Italy). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 44, 1273-1283. DOI: 10.1016/j.ympev.2007.04.013
- Sars, G. O. (1924a). The freshwater Entomostraca of the Cape province (Union of South Africa). Part 2. Ostracoda. *Annals of the South African Museum*, 20(3), 105-194.
- Sars, G. O. (1924b). Contributions to a knowledge of the fauna of South-West Africa. 1. Crustacea Entomostraca, Ostracoda. *Annals of the South African Museum*, 20(3), 195-211.
- Skogsberg, T. (1917). A new freshwater ostracod. In: Results of Dr. E. Mjöberg's Swedish scientific expeditions to Australia 1910–1913. *Kongligar Svenska VetenskapsAkademiens Handlingar, N. F., Stockholm*, 52(15), 9-22.
- Turner, C. H. (1893). Additional notes on the Cladocera and Ostracoda of Cincinnati, Ohio. *Bulletin of the Scientific Laboratories of Denison University*, 8, 3-18.

- Vávra, W. (1891). Monographie der Ostracoden Böhmens. *Archiv der Naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen*, 8(3), 1-116.
- Vávra, V. (1895). Süßwasser-Ostracoden Zanzibar's. *Hamb. Wiss. Anst.*, 12, 2-23.
- Yılmaz, O. (2016). Determination of the relationship of ostracod's (Crustacea) reproductive modes and ecological factors in Muş and Mardin (Turkey). Abant İzzet Baysal University, Msc. Thesis, Bolu, Turkey.

## *Ulva rigida* (C. Agardh) Makroalginin Fasulye Bitkisinin Üretiminde Organik Madde Kaynağı Olarak Kullanımının Araştırılması

Yasemin Özlem ENGİN<sup>2</sup> Bülent YAĞMUR<sup>1</sup> Semra CİRİK<sup>2</sup> Bülent OKUR<sup>1</sup> Dursun EŞİYOK<sup>3</sup> Şevket GÖKPINAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Ana Bilim Dalı, İzmir, Türkiye

<sup>3</sup> Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Yetiştirme Bölümü, İzmir, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [ymnengin@yahoo.com](mailto:ymnengin@yahoo.com)

**Araştırma Makalesi**

Geliş 17 Ekim 2018; Kabul 04 Aralık 2018; Basım 01 Haziran 2019.

**Alıntılama:** Engin Y. Ö., Yağmur B., Cirik, S., Okur B., Eşiyok, D., & Gökpinar, Ş. (2019). *Ulva rigida* (C. Agardh) makroalginin fasulye bitkisinin üretiminde organik madde kaynağı olarak kullanımının araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 151-162. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577506>

### Özet

Bu çalışmada *U. rigida* (C. Agardh) makroalginin fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nannus* cv. Başpınar) yetiştiriciliğinde organik gübre olarak kullanımı araştırılmıştır. Araştırma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü uygulama alanında yürütülmüştür. Çalışma saksı denemesi şeklinde planlanmış ve kontrol, ithal deniz yosunu gübresi (Algreen), çiftlik gübresi ve makroalgten (*U. rigida*) elde edilen kuru biyokütlelerin 5 farklı dozundan oluşan, toplam 8 ayrı uygulama şeklinde yürütülmüştür. Denemelerde Algreen ve çiftlik gübresi tek doz şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada en yüksek fasulye verimi *U. rigida* uygulanmış saksılarda elde edilmiş ve *U. rigida*'nın fasulye verimi üzerinde etkili dozu 150 g<sup>-1</sup> saksı olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda *U. rigida* alginin fasulye verimi üzerine kontrol ve Algreen uygulamalarından daha etkili ( $p < 0.05$ ) olduğu saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Makroalg, *Ulva rigida*, fasulye, organik gübre, verim

### The Potential Use of Macroalgae *Ulva rigida* (C. Agardh) as Organic Matter Source in Common Bean Production

#### Abstract

In this study, the use of macro algae *U. rigida* (C. Agardh) as organic fertilizer in common bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nannus* cv. Başpınar) cultivation was studied. The experiment was conducted in the experimental area of Ege University, Faculty of Agriculture and Department of Horticulture. Bean cultivars were grown in pots. The experiment was consisted of 8 different applications. These were control, imported seaweed based fertilizer (Algreen), farmyard manure and 5 different doses of dried macro algae (*U. rigida*). Algreen and farmyard manure were applied as single dose. The highest bean yield was determined in *U. rigida* trials. The most effective dose of *U. rigida* on bean yield was 150 g pot<sup>-1</sup> dose. At the end of the research, it was determined that *U. rigida* was more effective on bean yields compared to Algreen and control group ( $p < 0.05$ ) applications.

**Keywords:** Macroalgae, *Ulva rigida*, common bean, organic fertilizer, yield

### GİRİŞ

Makro algler gıda, tarım, tıp, kimya, enerji gibi farklı endüstriyel alanlarda doğrudan ya da hammadde kaynağı olarak kullanılırlar. Dünya genelinde yılda 5-6 milyon ton makro-alg canlı kütle olarak hasat edilmekte, bunun yaklaşık 1milyon tonu toprak zenginleştiriciler ve zirai kimyasalların üretiminde, 1 milyon tonu fikolloid (su yosunlarından elde edilen öz) endüstrisinde ve geri kalan büyük miktar ise gıda olarak değerlendirilmektedir. Dünya genelinde, 43 ülkede toplam 291 makro alg türü kullanılmaktadır. Üretilen 28 milyon ton deniz yosunun 800 bin tonluk kısmı doğadan toplanırken % 94'ü yetiştiricilik yoluyla elde edilmektedir. Deniz yosunları endüstrisi, dünya ekonomisine yaklaşık 5 milyar USD katkı sağlamaktadır.



Ülkemizde ise, makro alglerle ilgili olarak akademik düzeyde üretim çalışmaları bulunmasına rağmen ticari üretime bir türlü geçiş yapılamamıştır. Alg üretimine yönelik üniversite – sanayi işbirliği projeleri oluşturularak ülkemizin de bu büyük pazarda bir an önce yer alması sağlanmalıdır. Makro alglerden elde edilen ürünler dünya genelinde 5,5-6 milyar dolar değerinde bir pazar oluşturmaktadır (Ak, 2015).

Deniz alglerinin en eski kullanım alanlarından birisi de gübre olarak değerlendirilmeleridir. Gübre olarak kullanım amacıyla büyük ölçekte makro alg biyokütleleri uzun yıllardan bu yana ticari olarak dünyanın birçok bölgesinde kıyısız alanlardan toplanmaktadır. İngiltere, Norveç, İrlanda, Fransa gibi uzun kıyı şeridinde sahip ülkelerde makro alglerin gübre olarak değerlendirilmelerine yönelik bir sanayi gelişmiştir.

Gerek insan sağlığı gerek ekolojik açıdan, katkı maddesi içermeyen ve bazı kimyasal proseslerden geçirilmeyen organik tarım ürünlerine olan talebin artması organik tarımsal girdilerin kullanımını arttırmıştır. Bitkisel ve hayvansal kökenli organik gübrelere ek olarak dünya genelinde ve Türkiye’de deniz yosunu kökenli gübrelerin kullanımının yaygınlaştığı rapor edilmektedir (Eşiyok vd., 2001; Okur vd., 2001).

Ülkemizde sıvı ve katı formda çok sayıda, deniz yosunu gübresi olarak ithal edilen ve farklı ticari isimlerde tescil olarak satışı yapılan ürün bulunmaktadır. Ülkemizde maxicrop ve kelpak gibi ithal deniz yosunu gübrelerinin çeşitli tarımsal ürünlere (üzüm, zeytin, domates, marul vs) olan etkilerinin araştırılmasını konu alan birçok çalışma olduğu bildirilmektedir (Yeşiloğlu ve Tuzcu, 1993; Ay, 1994; Akman, 1995; Özilbey, 1997; Turan ve Köse, 2004).

Türkiye denizlerinde doğal olarak yayılım gösteren bazı deniz yosunlarının organik tarımda kullanılabilirliğine yönelik yapılmış çalışmaların az olduğu rapor edilmektedir (Erdin ve Özsöz, 1983; Cirik vd., 1988; Öztürk, 1994; Çetingül ve Aysel, 1998; Çetingül, 2001;). Genel olarak alglerin metal içeriklerinin belirlenmesini konu alan bu çalışmalar *Petalonia*, *Ulva*, *Gracilaria*, *Sargassum*, *Cystoseria*, *Enteromorpha* ve *Dictyopteris* cinsi alglerin bazı zirai kimyasallar ve deniz yosunu bazlı gübrelerin üretiminde kullanılabilecek doğal hammadde kaynakları olduğunu desteklemektedir (Erdin ve Özsöz, 1983; Cirik vd., 1988; Çetingül ve Aysel, 1998; Cirik ve Cirik, 1999; Kuru ve Cirik, 1999; Çetingül, 2001; Turan, 2007).

Cirik vd. (1988) İzmir Körfezi’nde metallerin deniz vejetasyonu üzerindeki birikimlerini inceleyerek demirin diğer metallerle göre daha baskın olduğunu saptamışlardır. Demirkurt vd. (1990), İzmir Körfezinde yaşayan bazı bentik canlılardaki Demir (Fe), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Kurşun (Pb), Bakır (Cu), Kadmiyum (Cd) birikim düzeylerinin tespitine yönelik yapmış olduğu çalışmada, *U. lactuca*’da en fazla birikim gösteren metali Fe olduğunu rapor etmişlerdir.

Çetingül (2001), *Petalonia fascia*’da miktar olarak en fazla Fe iz elementinin bulunduğunu, mevsimlere bağlı olmaksızın yüksek miktarda sodyum, potasyum ve azot içerdiğini ve kendi sonuçlarının Vinogradov (1953) ve Murthy ve Radia (1978)’nin yapmış oldukları çalışmalarla paralellik gösterdiğini rapor etmiştir.

Cirik vd. (1988) ile Erdin ve Özsöz (1983) kahverengi alglerle yaptıkları çalışmalarda Mn elementinin Zn’ya göre daha yüksek miktarda bulunduğunu saptamışlardır. Aynı istasyondan alınmış bazı kahverengi alglerin çinko içeriği 31,25-360,25 µg/g (kuru ağırlık) arasında değişim gösterirken, *Petalonia fascia*’da bu oran 40,02-55,14 mg/kg olarak rapor edilmiştir (Çetingül ve Aysel, 1998; Çetingül, 2001).

Güllüoğlu ve Arıoğlu (2005), bazı ithal deniz yosunu gübrelerinin (Maxicrop ve Cytozyme) önerilen doz ve zamanlarda soya bitkisine uygulanmasının ekonomik olabileceğini rapor etmişlerdir. Turan ve Köse (2004) yaprakattan püskürtme yoluyla verilen sıvı deniz yosunu bazlı bazı ithal gübrelerin, üzümde Cu alımını arttırdığını saptamışlardır. Demir vd. (2006) yeşil alglerden *Codium tomentosum* (Stackhouse), kırmızı alglerden *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft, Irvine et Farnham ve kahverengi alglerden *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh’dan elde edilen sıvıların domates, biber ve patlıcan tohumlarında iki farklı sıcaklıkta çimlenmeye olan etkilerini incelemişler ve kahverengi ve yeşil alg özlerinin biber ve patlıcan tohumlarında her iki sıcaklıkta da çimlenmeyi uyardığını rapor etmişlerdir.

Koç (2013), Giresun ilindeki deniz algleri ve alg ürünlerinin bitki büyümesini stimüle eden çok sayıda bileşikler içerdiklerini ve tarımsal alanda geniş çapta kullanıldığını vurgulamıştır. Araştırmacı çalışmada gübre ham maddesini oluşturacak algleri (*Ulva* sp., *Corallina* sp., *Cystoseira* sp.) Giresun sahillerinden toplayıp her alg türünden süspanse, sıvı fermente ve katı formda organik

gübreler geliştirmiştir. Gübrelerde yapılan analiz sonuçlarına göre her alg türünden elde edilen gübre formlarının organik madde ve bitki besin elementleri yönünden ülkemiz organik gübre standartlarına uygun olduğu araştırmacı tarafından rapor edilmiştir.

*Ulva* ve *Enteromorpha* cinsi alglerin iz element kaynakları olarak değerlendirilebileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Stenner ve Nickless, 1974; Talbot ve Chegwidan, 1982; Sawidis ve Voulgaropoulos, 1986; Ho, 1990). *Ulva rigida*'nın (C. Agardh) Fe elementini Mn, Cu, Zn, ve Pb gibi diğer iz elementlere oranla daha yüksek miktarda içerdiği bildirilmektedir (Favero vd.,1996).

Deniz marulu olarak da bilinen *U. rigida* Türkiye kıyılarında özellikle sığ ve kayalık bölgelerde azot ve fosfor gibi besleyici elementlerin bol olduğu kısımlarda doğal olarak yayılım gösteren kozmopolit bir tür olduğu rapor edilmektedir (Cirik ve Cirik, 1999; Cirik, 2001). Stresli koşullara oldukça toleranslıdır. Tuzluluğa dayanıklı bir tür olup, hem tuzlu hem de acı sularda bulunabilmektedir (Şekil 1).

İspanya'nın kuzey batısında patates tarlalarında çalışan araştırmacılar 20, 40 ve 80 t/ha uyguladıkları alg ile klasik gübreleme olan 46,5 t/ha çiftlik gübresi ve 1 t/ha NPK (8:24:16) ile kontrol olarak da gübresiz parseli dikkate almışlardır. Alg gübrelemesi topraklarda asitliği azaltmış, pH değeri 0,3-0,6 düzeyinde artış göstermiş ve değişebilir kalsiyum miktarı iki katına çıkmıştır. Aynı şekilde K düzeyinde de belirgin artış rapor edilmiş ve bu artışın tuzlanmaya neden olmadığı belirtilmiştir. 80 t ha-1 alg uygulamasının diğer uygulamalar olan kontrol parseli (5,5 t/ha verim) ve klasik gübreleme yapılan parsellere (8,5 t/ha verim) göre verim artışında en yüksek değerlere ulaştığı rapor edilmektedir (Lopez ve Pazos, 1997). Dünya genelinde toplanan tüm yeşil alglerin % 25'ini *Ulva* sp türlerinin oluşturduğu bildirilmektedir (Kaykaç vd., 2008). Özellikle B vitamini bakımından çok zengin olup, Japonya başta olmak üzere birçok Uzak doğu ülkesinde denizden toplanmış tallusları tatlı suyla yıkanıp kurutulmuş veya taze olarak salatalarda ve çorbalarda tüketildiği bildirilmektedir. Ayrıca, gübre olarak tarımda, yem sanayinde, cilt bakım ürünleri olarak kozmetikte ve jel olarak kâğıt yapımında kullanıldığı da rapor edilmektedir (Cirik ve Cirik, 1999; Kuru ve Cirik, 1999; Kut vd., 2007; Turan, 2007).

Özdemir vd. (2016) *Chlorella vulgaris* mikro alginin üretilmesi ve biyogübre olarak kullanımının domates bitkisi üzerinde bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesine etkilerini araştırmışlar ve serada organik domates yetiştiriciliğinde 3 farklı formda [toprağa toz alg uygulaması (2,5 g/fide), toprağa sıvı alg uygulaması (250 mL fide-1) ve yaprağa sıvı alg spreyleneşi] alg uygulaması yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar *C. vulgaris*'in bitki gelişimi, verim ve bazı meyve kalite parametrelerini (kuru ağırlık, toplam suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asit ve vitamin C) artırdığını, kullanılan uygulamalar içerisinde özellikle toprağa kuru alg uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiğini ve doğa dostu bir gübre olarak *C. vulgaris*'in organik tarımda kullanılabileceğini göstermiştir.

Makro algler İzmir Körfezi'nde yoğun biyokütleler oluşturmaktadır. Kıyısız alanlarda yığınlar oluşturan makro algler kirlilik yaratmaktadır. *U. rigida*, İzmir Körfezi'nde diğer alg türlerine göre daha yüksek biyokütleler oluşturmaktadır. Bu çalışmada; ülkemiz kıyılarında doğal olarak dağılım gösteren deniz makro alglerinden *U. rigida*'nın fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisi yetiştiriciliğinde alternatif organik gübre kaynağı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Algler mineral içerikleri bakımından bitki besin maddelerinin büyük bir kısmını içermekte ve bu nedenle de tarımsal üretimde gübrelere alternatif olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma kapsamında da *U. rigida* makro alginin fasulye bitkisinin verimine olan etkileri saksı denemeleri yapılarak incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Araştırma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Uygulama alanında saksı denemeleri şeklinde yürütülmüş, denemelerde saksı toprağı olarak organik üretim yapılan alanlardan alınan toprak kullanılmıştır.



Şekil 1. *U. rigida*'nın görünümü

İzmir Körfezi Bostanlı kıyılarında özellikle ilkbahar döneminde yüksek biyokütleler oluşturarak kıyısız alanlarda birikerek kirliliğe neden olan ve bu nedenle İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından toplatılıp atılan yeşil alglerden [(Chlorophyta) *Ulva rigida* Ag.] elde edilen biyokütleler (Şekil 1), bu çalışmada organik gübre materyali olarak kullanılmıştır. Alg biyokütelleri İzmir Büyükşehir Belediyesi ile oluşturulan protokol kapsamında İzmir Körfezi Bostanlı kıyılarından Mayıs ve Haziran aylarında toplanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Denemede kullanılan makro alg biyokütelleri

Gübre olarak kullanıma yönelik gerekli bazı analizlerin yapılabilmesi için toplanan makro alg Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Urla yerleşkesinde ön işlemlere tabii tutulmuştur. Makro alg biyokütelleri, su dolu tanklarda 1 gün süreyle bekletildikten sonra çeşme suyu ile yıkanarak, serada 5 gün boyunca kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3). Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra makro alg biyokütelleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laboratuvarında öğütülerek toz haline getirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 3-4. Kurutulmuş *U. rigida* biyokütelleri - öğütülmüş *U. rigida* materyali

Denemede kullanılan organik gübrelere (*U. rigida*, çiftlik gübresi ve ithal deniz yosunu gübresi) ait bazı kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Hafif asit reaksiyon gösteren alg örneğinde,

organik madde ve toplam azot içeriği yüksek düzeyde bulunmaktadır. Toplam P içeriği düşük olan örnekte, toplam K, Ca, Mg, Na içeriği yüksek; toplam Fe, Cu, Zn, Mn içeriği ise yeterli düzeydedir. Hafif alkali reaksiyon özelliği gösteren çiftlik gübresi örneğinde organik madde içeriği yüksek, toplam azot ve P içeriği orta düzeydedir. Toplam K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn içeriği ise yüksek düzeydedir. Çok kuvvetli alkali reaksiyon gösteren Algreen'in toplam organik madde, N, P, K, Ca, Mg ve Fe içeriği yüksek düzeyde saptanmıştır.

Yemelik baklagillerden olan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. nannus cv. Başpınar) kuru ve taze olarak tüketilen, yüksek protein içeriğiyle insan beslenmesinde ve bitki artıklarıyla da yem sanayinde kullanılan önemli bir kültür bitkisidir. Meyve gelişmesi için en uygun sıcaklığın 15-20 °C olması gerekir ve düşük toprak sıcaklıkları çimlenmeyi olumsuz etkiler. Çiçeklenme ve meyve bağlama dönemindeki yüksek sıcaklıklar verim ve kalite kayıplarına yol açar (Eşiyok ve Bozokalfa, 2007).

**Tablo 1.** *U. rigida*, çiftlik gübresi ve ithal deniz yosunu (Algreen) gübresinin kimyasal özellikleri

Parametreler	<i>U. rigida</i>	Çiftlik gübresi	Algreen
pH	6,35	7,72	9-11
Organik madde1	40,08	68,50	55,00
Toplam Azot 1	2,576	1,42	1,00
Toplam Fosfor 1	0,17	0,85	2,61
Toplam Potasyum 1	2,73	2,24	15,00
Toplam Kalsiyum1	1,32	1,32	1,17
Toplam Magnezyum1	2,98	0,42	1,42
Toplam Demir1	0,016	0,08	1,06
Toplam Bakır2	10,05	41,00	--
Toplam Çinko2	29,59	206,00	--
Toplam Mangan2	95,25	224,00	--
Aljinik Asit1	--	--	20,00
Mannitol1	--	--	0,70
Sitokinin. IAA. ABA. Betainler ve Amino Asit	--	--	0,25
Toplamı1	--	--	0,25

1: %; 2: mg kg<sup>-1</sup>

## Yöntem

Çalışma; kontrol, ithal deniz yosunu gübresi (Algreen®), çiftlik gübresi ve makro alg (*U. rigida*)'in 5 farklı dozundan oluşan 8 ayı uygulama şeklinde, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Tablo 2). Denemede fasulye tohumları organik bahçe toprağı ile doldurulmuş ve 24 adet saksıya (75x 26x 21cm) her saksıda 10'ar adet bitki olacak şekilde 12 Eylül 2015 yılında ekilmiş, 2 ay sonra deneme sonlandırılmıştır.

**Tablo 2.** Saksı deneme deseni

I. Tek.	II. Tek.	III. Tek.
Kontrol	Çiftlik	Algreen
Çiftlik	Algreen	<i>U. rigida</i> 1
Algreen	<i>U. rigida</i> 4	<i>U. rigida</i> 3
<i>U. rigida</i> 1	<i>U. rigida</i> 2	<i>U. rigida</i> 2
<i>U. rigida</i> 5	<i>U. rigida</i> 1	<i>U. rigida</i> 4
<i>U. rigida</i> 3	<i>U. rigida</i> 5	<i>U. rigida</i> 5
<i>U. rigida</i> 4	<i>U. rigida</i> 3	Kontrol
<i>U. rigida</i> 2	Kontrol	Çiftlik

Fasulye denemesine ait bir görüntü ile deneme konularından elde edilen fasulye bitkilerine ait bir diğer görüntü Şekil 5 ve 6'da, denemenin kurulduğu İzmir ili Bornova İlçesi iklim verileri ise Tablo 3'te verilmiştir.



Şekil 5. Fasulye denemesinden bir görünüm



Şekil 6. Uygulamalardan hasat sırasında alınan fasulye bitkileri

(AG:Algreen, ÇG:Çiftlik Gübresi, 1:*U. rigida* 1; 2:*U. rigida* 2 3:*U. rigida* 3; 4: *U. rigida* 4; 5: *U. rigida* 5)

**Tablo 3.** Denemelerin yapıldığı döneme ait ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık ile nispi nem değerleri (MGM, 2015)

İklimsel değerler	Aylar											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Ort. Sıcaklık (°C)	24,4	19,6	13,9	9,0	7,5	9,3	15,2	18,0	21,0	26,9	28,5	29,2
Maks. Sıcaklık (°C)	30,0	24,5	18,3	12,8	11,9	13,9	19,6	22,6	26,5	32,2	33,6	34,0
Min. Sıcaklık (°C)	19,5	16,0	11,2	6,3	4,4	5,7	11,8	14,3	15,2	21,5	23,8	24,5
Nisbi Nem (%)	48,5	64,6	69,4	69,9	61,6	59,9	61,0	55,7	49,9	44,1	40,3	45,2

Denemede kurutulmuş ve öğütülmüş makro-alg biyokütleri 5 farklı doz (*U. rigida* 1: 150 kg/da; *U. rigida* 2: 300 kg/da; *U. rigida* 3: 450 kg/da; *U. rigida* 4: 600 kg/da ve *U. rigida* 5: 750 kg/da, çiftlik gübresi tek doz (5 ton/da) ve ithal deniz yosunu gübresi (Algreen WSG – 600) ise firmanın önerdiği miktar dikkate alınarak tek doz şeklinde (60 g/da) saksılara uygulanmıştır (Tablo 4). Denemeye ait toprak örneklerinde pH, toprak macununda pH metre ile (Black, 1965), eriyebilir toplam tuz ise elektrik direnç aleti ile ölçülmüştür (U.S. Soil Survey Staff, 1993). Kireç Scheibler kalsimetresi ile (Schlichting ve Blume, 1966), bünye hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1962), organik madde Reuterberg ve Kremkus yöntemine göre (Black,1965), toplam azot (Bremner, 1965), alınabilir fosfor Bingham (1949), değişebilir katyonlar olan Na, K, Ca, Mg elementleri 1 N Amonyum asetat yöntemine göre belirlenmiştir (Pratt, 1965). Topraktaki mikro elementler olan Fe, Cu, Zn, Mn (Lindsay ve Norvell, 1978)'e göre yapılmıştır. Alg örneklerinde ve ahır gübresinde; pH, yine satire

edilen ekstrakta pH metre ile organik madde Reuterberg ve Kremkus yöntemine göre (Black, 1965), toplam azot (Kacar, 1984), alınabilir fosfor (Loot ve ark. 1956), makro ve mikro elementler ile değişebilir katyonlardan Na, Ca, Mg, K elementleri Kacar (1972) ve Kacar (1984)'a göre analiz edilmiştir.

**Tablo 4.** Denemede kullanılan farklı gübre materyalleri ve uygulanan doz miktarları

Gübreler	Uygulama miktarı (gr/saksı)	Uygulama miktarı (kg/da)
Kontrol	0	0
<i>U. rigida</i> 1	30	150
<i>U. rigida</i> 2	60	300
<i>U. rigida</i> 3	90	450
<i>U. rigida</i> 4	120	600
<i>U. rigida</i> 5	150	750
Çiftlik Gübresi	500	5 ton da-1
Algreen	0.012	60 gr da-1

Toplam 24 adet saksıdan hasat edilen fasulyelerin saksı verimlerini belirlemek amacıyla çalışma sonunda elde edilen verilere, bilgisayarda Tarist istatistiksel analiz paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için LSD (En Küçük Anlamlı Fark Testi, Least Significant Difference Test) testi yapılmıştır (Açıkgöz,1994).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Denemelerde kullanılan toprak örneğinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 5’te verilmiştir. Hafif alkali reaksiyona sahip toprak örneğinde tuzluluk yönünden herhangi problem bulunmamaktadır. Kireçli olan toprak örneği kumlu killi tın bünye özelliği göstermektedir. Organik maddece fakir, toplam azotça orta düzeyde olan toprak örneğinde alınabilir makro ve mikro besin elementleri yeterli (alınabilir Fe orta ) düzeyde bulunmaktadır.

**Tablo 5.** Denemede kullanılan toprak örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametre	Değer
pH	7,56
Toplam Tuz1	0,100
Kireç1	4,22
Kum1	54,56
Mil1	20,00
Kil	25,44
Bünye	Kumlu Killi Tın
Organik Madde1	1,67
Toplam Azot1	0,100
Alınabilir Fosfor2	3,37
Alınabilir Potasyum2	224
Alınabilir Kalsiyum2	3600
Alınabilir Magnezyum2	185
Alınabilir Sodyum2	37
Alınabilir Demir2	2,89
Alınabilir Bakır2	0,98
Alınabilir Çinko2	1,01
Alınabilir Mangan2	12,10

1: %; 2: mg/kg

Çiftlik gübresi, ithal deniz yosunu gübresi ve *U. rigida* alginden elde edilen materyalin fasulye saksı verimi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmadan elde edilen bulgular sırasıyla Tablo 6 ve Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 6 ve 7 incelendiğinde uygulamaların verim üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli %5 ve %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tüm uygulamalar arasında en yüksek fasulye saksı verimi (150 g/saksı) *U. rigida* alginin 5. doz uygulamasında elde edilmiştir. Bunu sırasıyla *U. rigida* 4.doz (141g/saksı), Çiftlik gübresi (128 g/saksı), *U. rigida* 3. doz (126 g/saksı), Algreen (122 g/saksı), *U. rigida* 2. doz (116 g/saksı), *U. rigida* 1.doz (115 g/saksı) ve son olarak kontrol grubu (114 g/ saksı) uygulamaları izlemiştir. Çalışmada *U. rigida*’nın 4. doz ve 5. dozlarının çiftlik gübresi ve ithal deniz yosunu gübresi (Algreen) uygulamalarından daha etkili olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte makroalgten elde edilen materyalin düşük dozlarda (30-60 gr/saksı) uygulamasının fasulye saksı verimi üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ancak kontrole göre bir miktar verim artışı( %1-2) sağladığı; asıl önemli etkinin doz artışına bağlı olarak geliştiği saptanmıştır.

**Tablo 6.** Denemeden elde edilen fasulye verim değerleri (g saksı-1).

Uygulamalar	Verim (g/saksı)	Artış (%)
Kontrol	114±6,66d	100
<i>U. rigida</i> 3	126±5,57b	111
Çiftlik gübresi	128±5,29a	112
Algreen	122±9,17c	107
Önemlilik		*
LSD 0.01		2,081

Değerler tekerrür ortalanmasıdır

\*: p< 0,01 düzeyinde önemli

1: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

**Tablo 7.** *U. rigida*’nın farklı dozlarının fasulye verimine etkisi

Uygulamalar	Verim (g/saksı)	Artış (%)
Kontrol	114±4,58f	100
<i>U. rigida</i> 1	115±4,36 e	101
<i>U. rigida</i> 2	116± 5,13d	102
<i>U. rigida</i> 3	126± 3,46c	111
<i>U. rigida</i> 4	141± 3,51b	124
<i>U. rigida</i> 5	150± 2,52a	132
Önemlilik		**
LSD 0.05		1,880

Değerler tekerrür ortalanmasıdır

\*\* : p< 0,05 düzeyinde önemli

1: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir

Algler mineral, vitamin ve iz elementler bakımından zengindir. Alglerin mineral madde içeriği türlere, algin toplandığı yere, mevsimlere, çevresel ve fizyolojik faktörlere ve ürünün işlenme şekline göre değişim göstermektedir. *U. rigida*, *Gracilaria verrucosa*, *Sargassum vulgare*, *Cystoseria barbata*, *Dictyopteris membranacae* gibi kültüre alınmış alg türlerinin mineral ve oligo-element kompozisyonlarının belirlenmesini içeren bir çalışmada; *U. rigida* Ca, Ma, Na, K, P, Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları sırasıyla 20333,3 ±577,3 mg/kg, 10783,3 ± 2266,2 mg/kg, 1220,0 ± 0,0 mg/kg, 29200,0 ± 519,6 mg/kg, 1172,0 ± 35,4 mg/kg, 117,0 ± 4,0 mg/kg, 14,0 ± 4,3 mg/kg, 52,3 ± 2,08 mg/kg ve 16,6 ±2,0 mg/kg1 olarak saptanmıştır (Turan, 2007).

Kuru veya taze deniz alglerinin tarım arazilerinde kullanımının çok uzun yıllara dayandığını belirten araştırmacılar yaptıkları bir araştırmada farklı düzeylerde olgunlaşmış algleri Patagonya’da domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. platense) yetiştiriciliğinde kullanmışlardır. Denemede kontrol, 5 kg m<sup>-2</sup> 9 aylık ve 20 aylık olgunlaşmış alg kompostu, 10 kg m<sup>-2</sup> yine 9 ve 20 ay boyunca kompostlaşmış alg kullanmışlardır. Domateslerde toplam ağırlık, domates sayısı, biyokütle miktarlarının kontrole göre çok fazla arttığı rapor edilmiştir. Ayrıca alg ilave edilen parsellerdeki

domateslerin 9 gün daha önce olgunlaştığını, hastalıklara daha dirençli olduklarını da belirlemişlerdir. 20 ay olgunlaştırılan alg materyal uygulamalarının 9 ay olgunlaştırılanlara göre tuz içeriklerinin de daha az olduğu rapor edilmiştir. Çalışmada kullanılan alg materyali bu araştırmada da toprağın fiziksel özellikleri yanında özellikle P ve K alınımını da arttıran kompostlaştırılmış alg uygulamasının pozitif etkili olduğu saptanmıştır (Eyras vd., 2013).

Mohamed ve Khaled (2005), *Enteromorpha intestinalis*, *Enteromorpha linza*, *Ulva lactuca*, *Corallina mediterranea*, *Pterocladia capillacea* gibi bazı yeşil alglerde Cu, Fe, Mn, Pb, and Zn'nin dağılımını araştırmışlar ve farklı türlerin farklı derecelerde iz element içeriğine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Ho (1990), *U. lactuca*'nın Mn, Fe, Cu, Zn gibi iz elementlerce zengin olduğunu saptamıştır.

İzmir Körfezi'nde dağılım gösteren *U. rigida*'nın en yüksek Fe, Cu ve Zn konsantrasyonları sırasıyla 870,75 mg/kg (kış mevsiminde), 14,06 mg/kg (kış mevsiminde) ve 55,97 mg/kg (ilkbahar mevsiminde) olarak rapor edilmiştir (Çetingül, 1993).

Bu çalışmada *U. rigida* makro alginin kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan analizler algin organik madde, N, K, Ca, Mg, Na gibi makro element ve Fe, Cu, Zn ve Mn gibi iz elementler yönünden yeterli düzeyde olduğunu göstermiştir.

Organik tarımda yaygın bir kullanım alanı bulan çiftlik ve ithal deniz yosunu gübreleri bu çalışmada karşılaştırma grubu olarak kullanılan organik gübrelerdir. Denemeden elde edilen bulgular *U. rigida* alginin yeterli dozlar kullanıldığında fasulye bitkisi verimi üzerinde her iki organik gübreden de daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu etki istatitiki açıdan da %1 ( $p < 0.01$ ; 2,081) düzeyde önemli bulunmuştur (Tablo 6). Denemede ayrıca, *U. rigida* alginin uygulama doz miktarını arttırdıkça fasulye veriminin de arttığı ve uygulamanın 5. dozunun (150 g saksı-1) verim üzerinde en etkili uygulama olduğu tespit edilmiştir. Uygulama dozları ile verim arasındaki bu ilişki istatistiksel olarak %5 ( $p < 0.05$ ; 1,880) düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 7). *U. rigida* makroalginin 5. dozu kontrol uygulamasına göre yaklaşık % 32 civarında bir verim artışı sağlamıştır. Uygulanan bu doz deneme grupları arasında bulunan çiftlik gübresi ve ticari Algreen gübresinden de etkili bulunmuştur. Bitki besin maddeleri (N, P, K, Ca, Mg vd.) bakımından da oldukça zengin olan bu materyal organik tarımda da rahatlıkla gübre olarak kullanılabilir.

Dünya genelinde ve Türkiye'de deniz yosunu özütlerinin etkinliğinin araştırılmasını konu alan birçok çalışma bulunduğu bildirilmektedir (Akman, 1995; Stirk ve Van Staden, 1996 ve 2004; Stirk vd., 2004). Günümüzde deniz yosunları birçok ülkede; gerek sıvı ekstrakt gerekse direk olarak toprağa karıştırılmak suretiyle kullanılmaktadırlar. Toprağa direk olarak karıştırıldıklarında; toprak yapısının düzeltilerek, toprak verimliliğinin uzun süre korunması amaçlanmaktadır. Uzun yıllardan beri denizler tarafından doğal olarak kıyıya atılan bazı deniz algleri tarlalarda gübre olarak kullanılmaktadır (Güner ve Aysel, 1996). Yosun özleri; meyve depo kayıplarının azaltılması, ürün miktarının, topraktan inorganik besin maddelerinin alınımının, tohum çimlenmesinin ve stres koşullarına direncin artırılması gibi alanlarda özellikle gelişmiş ülkelerde organik tarımda daha fazla değerlendirilmektedir (Blunden, 1991). Kuvvetli kök gelişmesini sağlayarak, bitkilerin topraktan daha fazla besin maddesi ve su almalarını, bitkilerde klorofil oluşumunu hızlandırarak yeşil aksamın artmasını, bitkilerin hastalık ve zararlılara ve çevresel streslere dayanımını sağlarlar. Makro ve mikro besin elementlerinin topraktan dengeli olarak ve uzun süreli alınmasını sağlayarak verimi yükseltirler, kaliteyi düzeltir, pazar ve ihracat değerini artırırlar (Blunden vd., 1992; Hong vd., 1995). Yağmur vd. (2010) yaptıkları çalışmada karasal bitkilere kıyasla daha fazla mineral madde içeren deniz yosunlarının değişik teknikler kullanılarak elde edilen ekstraktlarının alternatif gübre kaynağı olarak kullanılabilirliği sonucuna varmışlardır. Türkiye iç pazarında satışa sunulan deniz yosunu kökenli organik gübreler dış alıma dayalı ürünlerdir. Ülkemizde bazı deniz yosunlarından elde edilen özütlerin konvansiyonel ve organik tarımda kullanılabilirliği konusunda yapılmış çalışmaların materyalini dış alıma dayalı bu ürünler oluşturmaktadır.

Akman (1995), Maxicrop ve bazı büyüme düzenleyicilerinin yuvarlak çekirdeksiz üzüm bağlarında asmanın verim, gelişme, olgunluk ve kalite değerlerine etkilerini incelemiş, Maxicrop'un 2000 mg/kg'lik dozunun verim ve salkım sayısını artırıcı, buna karşılık tane iriliğini ise azaltıcı yönde etkileri olduğunu saptamıştır. Beşiroğlu (1992), Antalya Seracılık Araştırma Enstitüsünde hibrit dario F1 çeşidi domatese maxicrop ile birlikte 4 farklı bitki gelişim düzenleyicisini uygulamış ve en yüksek meyve veriminin (% 29,3) Maxicrop ile sağlandığını bildirmiştir. Uncu ve Arıoğlu (2005), ikinci ürün



erken ekimlerinde uygulanan Maxicrop ve Cytozyme'in geç olgunlaşan soya çeşitleri üzerinde etkili olduğunu verim ve verim unsurlarının iyileşmesini sağladığını bildirmiştir.

Bu çalışma, ülkemiz kıyılarında doğal olarak yayılım gösteren bazı makroalglerin alternatif gübre kaynağı olarak kullanım olanaklarını araştıran ilk çalışma olması nedeniyle konuyla ilgili yapılacak çalışmalara kaynak oluşturacağını ümit etmekteyiz. Ülkemizde denize kıyısı olan birçok şehirde kıyı kirliliğine de neden olan bu materyallerin tarımsal üretimde kullanılabilirliği ve bitkisel üretime katkı sağladığı da bu çalışma sonucunda ortaya konulmuştur.

**Teşekkür:** Bu çalışma EÜ BAP kapsamında desteklenen 2007 SÜF-002 no'lu projeden üretilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., Akbaş, M. E., Özcan, K., & Moghaddam, A.F. (1994). Tarımsal araştırmaların değerlendirilmesi için PC Paketi TARİST, Tarla Bitkileri Kongresi 25-29 Nisan 1994. E.Ü. Ziraat Fakültesi Bornova-İzmir.
- Ak, İ. (2015). Sucul ortamın ekonomik bitkileri; makro algler. *Dünya Gıda Dergisi*, 7, 88-97.
- Akman, İ. (1995). Yuvarlak çekirdeksiz üzüm bağlarında ve Amerikan asma çeliklerinde bazı gelişmeyi düzenleyici maddelerin etkilerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. E.Ü. Fen Bilimleri Enst. Bahçe Bitkileri ABD., Doktora Tezi, 42-43.
- Anonim, (2015). Algreen ithal deniz yosunu gübresinin kimyasal özellikleri. [www.izotar.com.tr](http://www.izotar.com.tr)
- Ay, H. (1994). Çukurova bölgesi koşullarında, deniz yosunu özü "*Ascophyllum nodosum*" Maxicrop ile deniz yosunu süspansiyonu "*Durvillia patatorum*" Kelpak' ın, pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) morfolojik, fizyolojik ve teknolojik özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 8-26.
- Beşiroğlu, A. (1992). Amfora F1 domates hibriti çeşidine Maxicrop ve Maxialg uygulamaların ön etkisi üzerinde bir deneme raporu. Seracılık Araştırma Enst.Müdürlüğü, yayınları, 1-42.
- Bingham, T.F. (1949). Soil test for phosphate: New method of chemical analysis of soil for available phosphate is rapid and accurate. *California Agriculture* 3(8), 11-14.
- Black, C.A. (1965). Methods of soil analysis. Part I. Amer. Soc. of Agro. Inc. Wisconsin, 1572.
- Blunden, G., (1991). Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. In: Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. Pp.65-81.
- Blunden G., Whapham, C., & Jenkins, T., (1992). Seaweed extracts in agriculture and horticulture: Their origins, uses and modes of action. School of Pharmacy and Biomedical Science and "School of Biological Sciences, University of Portsmouth, King Henry John Street, Portsmouth, Hampshire P01 202, U.K.
- Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. *Agronomy Journal*, 54, 464-465.
- Bremner, J.M. (1965). Inorganic Forms of Nitrogen. In: Black, C.A., et al., Eds., Methods of Soil Analysis, Part 2, *Agronomy Monograph*, 9, 1179-1237.
- Cirik, Ş., Uysal, H., Parlak, H., Demirkurt, E., & Küçüksezgin, F. (1988). Heavy metal accumulation by marine vegetation in polluted waters of İzmir bay. International Symposium on Plants and Pollutants in Developed and Developing Countries. 22-28 August, İzmir, 33-38.
- Cirik, Ş., & Cirik, S. (1999). Su bitkileri:I deniz bitkilerinin ekolojisi, biyolojisi ve yetiştirme teknikleri. *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, 58,135-145.
- Cirik, Ş. (2001). Gökova körfezi deniz bitkileri. *D.E.U. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Piri Reis Yayınları*, 3, 26-38.
- Çetingül, V. (1993). Ekonomik değerdeki bazı deniz alglerinin kimyasal içeriklerinin saptanması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 15-27.
- Çetingül, V., & Aysel, V. (1998). Ekonomik değerdeki bazı kahverengi ve kırmızı alglerin ağır metal birikim düzeyleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 15(1-2), 63-76.
- Çetingül, V. (2001). *Petalonia fascia* (O.F. Müll.) Kuntze'nin biyokimyasal kompozisyonunun mevsimsel değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 18(1-2), 117-124.
- Demir, H., Topuz, A., Gölükçü, M., Polat, E., Özdemir, F., & Şahin, H. (2006). Ekolojik üretimde farklı organik gübre uygulamalarının domatesin mineral madde içeriği üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 19-25.
- Demirkurt, E., Uysal, H., & Parlak, H. (1990). The levels of heavy metals accumulation in some benthic organisms living in İzmir Bay. *Rapp. Comm. Mer Medit.*, 32(1) 170-174.
- Erdin, N., & Özsöz, Ş. (1983). Deniz alglerinin anorganik element içerikleri. *Ege University Faculty of Science Journal Series B, Supply*, 501-507
- Eşiyok, D., Yağmur, B., & Okur, B. (2001). The effects of some naturel and mineral fertilizers on yield and mineral content of parsley (*Petroselinum crispum* Mill.). 37 th Croatian symposium on agriculture with an int. participation., 19-23 February. Opatija, 179-181.

- Eşiyok, D., & Bozokalfa, MK. (2007). Fasulye yetiştiriciliği. Dünya Yayıncılık, *Gıda Dergisi*, 6, 88-90.
- Eyras, M.C., Defossé G.E., & Dellatorre, F. (2013). Seaweed compost as an amendment for horticultural soils in Patagonia, Argentina. *Compost Science and Utilization* 16, (2),119-124
- Favero, N., Cattalini, F., Calderara, D., & Albergoni, V. (1996). Metal accumulation in a biological indicator (*Ulva rigida*) from the Lagoon of Venice (Italy). *Environmental Contamination and Toxicology* 31(1), 9-18
- Güllüoğlu, L., & Arıoğlu, H.H. (2005). Farklı yetiştirme koşullarında uygulanan bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin soyada (*Glycine max* Merr.) bakla çatlama oranı ve verim kaybı üzerine etkileri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 37-42.
- Güner, H., & Aysel, V., (1996). *Tohumuz bitkiler sistematiği. 1. Cilt (Algler)*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No.108, Bornova, İzmir.
- Ho, Y.B. 1990. *Ulva lactuca* as bioindicator of metal contamination in intertidal waters in Hong Kong. *Hydrobiologia*, 203, 73-81.
- Hong, Y.P., Chen, C.C., Cheng, H.L., & Lyn, C.H., (1995). Analysis of auxin and cytokinin activity of commercial Aqueous Seaweed Extract. *Gartenbauwissenschaft*, 60(4),191-194.
- Kacar, B. (1972). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. II. Bitki Analizleri*, A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları: 453, 22-78
- Kacar, B. (1984). *Bitki Besleme*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 899, 169-175
- Kaykaç, O.G., Cirik, Ş., & Tekinay, A.G. (2008). Yeşil deniz alglerinden *Ulva rigida* (C. Agardh)'nın besin kompozisyonu ve aminoasit içeriklerinin mevsimsel değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 25(1), 9-12.
- Koç, H. (2013). Giresun sahillerinden toplanan bazı deniz makroalglerinden (*Ulva* sp., *Cystoseira* sp. ve *Corallina* sp.) organik gübre üretim yöntemleri ve gübrelerin bitki besin elementlerinin belirlenmesi. T.C. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 65.
- Koru, E., & Cirik, S. (1999). Alglerin tarım ve endüstride kullanımı. Türkiye I. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 21-23 Haziran 1999, İzmir, 344.
- Kut, G.B., Cirik, Ş., Güroy, D., Sanver, F., & Tekinay, A.A. ( 2007). Effects of *Ulva rigida* or *Cystoseira barbata* meals as a feed additive on growth performance, feed utilization, and body composition in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*". *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 31(2), 91-97.
- Lindsay, W.L., & Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Science Society of America Journal*, 42(3), 421-428.
- Loot, W.L., Nerry, J.D., Gallo, J.R., & Medcoff, J.C. (1956). *Leaf analysis technique in coffee research*, IBEC. Research Institute. II, (9), 21-24
- Lopez, M.E., & Pazos, M. (1997). Effects of seaweed on potato yields and soil chemistry. *Journal of Biological Agriculture and Horticulture*, 14, 199.206.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2016). 2014-2015 Yılı İzmir ili Bornova ilçesi ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık ile nispi nem değerleri. [www.mgm.gov.tr](http://www.mgm.gov.tr)
- Mohamed, L.A., & Khaled, A. (2005). Comparative study of heavy metal distribution in some coastal seaweeds of Alexandria, Egypt. *Chemistry and Ecology*, 21(3), 181-189.
- Murthy, M.S., & Radia, P. (1978). Ecobiochemical studies on some economically important intertidal algae from Port Okha (India). *Botanica Marina*, 21, 417-422.
- Okur, B., Eşiyok, D., & Anaç, D. (2001). Effect of mineral and organic fertilizers on leaf nitrogen compounds of rocket (*Eruca vesicaria* subsp. sativa Mill). 37th Croatian Symposium on Agriculture. 19-23 February, Opatija-Croatia, 188-189.
- Özdemir, S. Sukatar, A., & Öztekin ,G. (2016). *Chlorella vulgaris* Üretimi ve Sera Organik Domates Yetiştiriciliğinde Biyogübre Olarak Kullanımının Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22, 596-605 Ankara.
- Özilbey, N. (1997). Zeytinde bazı bitki büyüme düzenleyicileri ve yaprak gübrelerinin mahsul miktarı ve kalitesine etkileri üzerine bir araştırma.. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi , 2-23.
- Öztürk, M. (1994). Sinop'un koy ve limanlarında yayılım gösteren *Patella coerulea* L. ve *Enteromorpha linza* (L.) I. Agardh türlerindeki ağır metal düzeyleri. *Turkish Journal of Biology*,18, 195-211.
- Pratt, P.F. (1965). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. In: C.A. Black, (Ed.). American Society of Agronomy, Inc. Pub. Agron. Series, No. 9., Madison, Wisconsin, U.S.A.,146-195
- Sawidis,T., & Voulgaropoulos, A. (1986). Seasonal bioaccumulation of iron,cobalt and copper in marine algaea from Thermaikos Gulf of Northern Aegean Sea. Greece. *Marine Environmental Research*, 19(1), 39-47.
- Soil Survey Staff, (1993). *Soil Survey Manuel*. USDA Handbook No:18, Washington,USA, 18-25.
- Stenner, R.D., & Nickless, G. (1974). Distribution of some heavy metals in organisms in Hardangerfjord and Skjerstadfjord, Norway. *Water Air Soil Pollution*, 3, 279-291.

- Stirk, W.A., & Staden, V.J. (1996). Comparison of cytokinin- and auxinlike activity in some commercially used seaweed extracts. *Journal of Applied Phycology*, 8, 503-508.
- Stirk, W.A., & Van Staden, J. (2004). Potential new applications for the Southern African kelps. *South Africa Journal Botanic*, 70, 145-151.
- Stirk, W.A., Arthur, G.D., Lourens, A.F., Nov'ak, O., Strnad, M., & Staden, V.J. (2004). Changes in cytokinin and auxin concentrations in seaweed concentrates when stored at an elevated temperature. *Journal of Applied Phycology*, 16, 31-39.
- Talbot, V., & Chegwidden, A. (1986). Cadmium and other heavy metal concentrations in selected biota from Cockburn Sound, Western Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 33(5), 779-788
- Turan, M., & Köse, C. (2004). Seaweed extracts improve copper uptake of grapevine, *Acta Agriculture Scandinavica, Section B- Soil and Plant Science*, 54, 213-220.
- Turan, G. (2007). Su yosunlarının thalassoterapi' de Kullanımı. E.Ü. Fen Bilimleri Enst. Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 125-129.
- Uncu, A.H., & Arıoğlu, H.H. (2005). İkinci ürün soya tarımında farklı ekim zamanlarına göre bazı büyüme düzenleyicilerin verim ve kalite üzerine etkileri Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya. 375-380
- U.S. Salinity Laboratory Staff, .(1955). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agri. Handbook No: 60, USDA, 38-59.
- Vinogradov, A.P. (1953). The elementary chemical composition of marine organisms. Sears Found, Mar. Res., Mem. II. New Haven, 647.
- Yağmur, B., Engin, Ö.Y., Okur, B., & Cirik, S., (2010). *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss kırmızı deniz alginden farklı yöntemlerle elde edilen ekstraktların mineral madde içerikleri. 5. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi 15-17 Eylül 2010 İzmir. Bildiriler Kitabı, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayı*, 676-684.
- Yeşiloğlu, T., & Tuzcu, Ö. (1993). Klemantin mandarininde GA3 ve bilezik alma uygulamalarının bitki besin elementleri düzeyine etkileri. *Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 17(1), 149-167.

**Marmara Denizi'nde Yayılış Gösteren *Aurelia aurita* Denizanası Türünün Filogenetik Analizi****Meltem GÜNEŞ<sup>1</sup>**, **Fikriye POLAT<sup>2\*</sup>**<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Kocaeli, Türkiye<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kocaeli, Türkiye\*Sorumlu Yazar: [fikriyepolat@kocaeli.edu.tr](mailto:fikriyepolat@kocaeli.edu.tr)**Araştırma Makalesi**

Geliş 24 Ekim 2018; Kabul 08 Mart 2019; Basım 01 Haziran 2019.

**Alıntılamaya:** Güneş, M., & Polat, F. (2019). Marmara Denizi'nde yayılış gösteren *Aurelia aurita* denizanası türünün filogenetik analizi *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 163-170 <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577537>**Özet**

Çalışmamızda Marmara Denizi sahillerinde yayılış gösteren Knidliler şubesine ait *Aurelia aurita* denizanası türü filogenetik olarak incelenmiştir. Bunun için Ekim 2017- Şubat 2018 tarihleri arasında Marmara Denizi'nin kuzey ve güney sahillerinden toplanan denizanası örneklerinden DNA'lar izole edilmiş ve mitokondrial Sitokrom Oksidaz Altünite I (COI), 16S rDNA, nükleer 18S rDNA ve Internal Transcribed Spacer 1 (ITS1) gen bölgeleri Polimeraz Zincir reaksiyonu (PCR) ile amplifiye edilmiş ve ardından dizi analizleri yapılmıştır. Filogenetik analizler GenBank'tan alınan dizilerle birlikte değerlendirilerek gerçekleştirilmiş ve türler arası ilişkiler belirlenmiştir.

*Anahtar kelimeler:* *Aurelia aurita*, COI, 16S rDNA, 18S rDNA, ITS1, filogenetik analiz**Phylogenetic Analysis of Jellyfish Species of *Aurelia aurita* Distributed in the Sea of Marmara****Abstract**

In our study, the species *Aurelia aurita* jellyfish belonging to the Cnidaria branch distributed in the coasts of the Marmara Sea were examined phylogenetically. For this purpose, DNAs were isolated from the jellyfish samples collected from the northern and southern coasts of the Marmara Sea between October 2017 and February 2018, and mitochondrial Cytochrome Oxidase Subunit I (COI), 16S rDNA, nuclear 18S rDNA and Internal Transcribed Spacer 1 (ITS1) gene regions were amplified by PCR and sequence analysis was performed. Phylogenetic analysis was carried out with the evaluation of the obtained results together with the sequences obtained from GenBank and inter-species relationships were determined.

*Keywords:* *Aurelia aurita*, COI, 16S rDNA, 18S rDNA, ITS1, phylogenetic analysis**GİRİŞ**

Dünya üzerindeki tüm denizler ve okyanuslar düşünüldüğünde, 10 binden fazla Knidliler (Cnidaria) türünün yaşadığı keşfedilmiştir (Coll vd., 2010; Appeltans vd., 2012). Bu canlılar gerçek dokuları gelişmiş olan, en basit yapıya sahip çok hücrelilerdir. Çoğu denizlerde, az bir kısmı tatlı sularda bulunan bu şube üyeleri, ayrı ayrı veya koloni halinde yaşamaktadırlar (Tanyolaç ve Tanyolaç, 2000; Bayha vd., 2010).

Türkiye'de denizanası türlerinin içerisinde bulunduğu Scyphozoa (Denizaneleri) sınıfını kapsayan Knidliler şubesi, 5 farklı sınıf içermektedir. Denizlerimizde Knidliler şubesine ait *Rhizostoma pulmo*, *Aurelia aurita*, *Pelagia noctiluca* en çok rastlanan türlerdir (Tanyolaç ve Tanyolaç, 2000; Miller ve Harley, 2016; Arai, 1996). Kozmopolit bir tür olan ve genellikle kirli sularda yaşayan, gerek ticari gerekse sağlık açısından zararları bulunan bir denizanası türü olan *A. aurita* sistematik çalışmaların büyük çoğunluğunda morfolojik yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Denizlerdeki yayılışları, toksik etkileri, tomurcuklanma (bloom) gerçekleştirmeleri üzerine pek çok çalışma bulunmaktadır (Kramp, 1961; İşinibilir vd., 2015; Taşer, 2017).

ITS1 geninde ki iki özellik tür tanımlamasına gidilmesinde önemli görülmüştür. Bunlardan birincisi ITS1 genindeki uzunluk varyasyonlarıdır. Bu gen bölgesindeki 240'tan 360 nükleotide değişen uzunlukların olması, kladlardaki farklı türleri ortaya çıkarmada belirleyici olduğu rapor edilmiştir.

İkinci önemli bir nokta ITS1 de mikrosatellit içeren bölgelerin varlığıdır. *A. labiata*'da diğer *Aurelia* türleri ile kıyaslandığında %10'dan %40'a varan ITS1 mikrosatellit farklılıkları bulunmuştur (Wesson vd., 1992; Beauchamp vd., 1996; Chen vd., 1996; Odorico vd., 1997). Dawson ve Jacobs (2001) tarafından belirtildiğine göre %5'den %15'e varan bir farklılık ITS1 dizileri arasında türlerin ayrılma düzeyine işaret ediyorsa yaptıkları çalışma *Aurelia* türünde *A. limbata*, *A. labiata* ve *A. aurita*'ya ek olarak daha önce *A. aurita* olarak tanımlanan altı kriptik türü de tespit etmede kullanılabilir.

*Aurelia* türlerinde COI genindeki %13'den %24'e değişen sekans varyasyonu, türler arasındaki farklılıkları ortaya koymada, diğer çok hücrelilerde olduğu gibidir. Böylece dizideki %10-20'lik bir farklılık, ayrı türleri karşılaştırmak için veri olarak kullanıldığında, COI verileri *A. limbata*, *A. labiata* ve *A. aurita*'nın yedi kardeş (sibling) türünde tanımlamayı destekler niteliktedir (Dawson ve Jacobs, 2001)

Denizanası araştırması yapanlar özellikle korunmuş türler arasında morfolojik tür tespiti yapmada zorluklar yaşamaktadır. Sadece birkaç güvenilir taksonomik anahtar bulunmaktadır. DNA sekansı gibi tayin etmeyi kolaylaştıran moleküler teknikler ilerlemesine rağmen GenBank veritabanında denizanası sekansları halâ sınırlı sayıda ve çoğunlukla türler ılıman bölgeler ve Atlantik Okyanusu'ndan gelmektedir (Häussermann vd., 2009). Birkaç tür Pasifik Okyanusu'ndan gelirken (Dawson 2005) Güneydoğu Asya bölgesinden hiç tür tespiti bulunmamıştır. Malakka Boğazı ve Güney Çin Denizi'ni içine alan Malezya Sularında birkaç denizanası kaydı vardır (Rizman-Idid vd., 2016). Türkiye Denizleri'nde GenBank denizanası kaydı Karadeniz-Sinop sahillerinden 2013-2014 yılları arasında olmak üzere 23 adet bildirilmiştir (Keskin ve Atar, 2013), İstanbul Boğazı'nda ise 26 Haziran 2016 tarihli, AY903117 erişim numarası ile 1 adet bulunmaktadır.

Bu çalışmada Marmara Denizi'nde yayılış gösteren *A. aurita*'nın COI, 16S rDNA, 18S rDNA ve ITS1 gen bölgelerinin baz dizilişlerini ortaya çıkararak moleküler yönden değerlendirme yapmak amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Örneklerin Toplanması

Çalışmamızda incelemek üzere topladığımız örnekler İzmit Seka Park Sahili (8), İstanbul Yeşilköy Sahili (6), Tekirdağ Kumbağ Sahili (6), Çanakkale Lapseki Sahilinden (8) toplandı. Bu aşamada canlılar atrap yardımıyla yakalanıp, derin bir kap içerisine bir miktar deniz suyu ile birlikte analiz işlemleri yapılmak üzere laboratuvara getirildi.

### DNA İzolasyonu ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu

Toplanan denizanası örneklerinin ektoderm tabakalarından doku örnekleri alınıp Zymo Research Quick DNA Universal Kit (Catalog Nos. D4068 & D4069) kullanılarak DNA izolasyonları yapıldı.

İzole edilen DNA'lardan mitokondrial COI (Ortman ve diğ., 2010), 16S rDNA (Hamner ve Dowson 2009; Palumbi 1996), 18S rDNA (Bayha ve diğ., 2010) ve ITS1 (Internal Transcribed Spacer I) (Dowson ve Jacobs 2001) bölgelerine ait primerler kullanılarak Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) (Gradient PCR, SuperCycler: Kyratec) yapıldı. Kullanılan primerler Tablo 1'de, primer bağlanma sıcaklıkları Tablo 2'de görülmektedir. PCR reaksiyon karışımı hazırlamak için 5x FIREPol Master Mix (Solis BioDyne) kullanıldı. Her bir örnek için firma tarafından tavsiye edilen PCR reaksiyon karışımı hazırlandı.

DNA bantlarını tespit etmek için Safe-T staining (etidyum bromide alternatif olarak) kullanılarak TAE tamponunda %1'lik agaroz jel hazırlandı. Amplifiye PCR ürünleri yatay jel elektroforez cihazında 100 Volttta 30-45 dakika yürütüldü ve UV translüminatör ile görüntülendi.

**Tablo 1.** Mitokondriyal COI, 16S rDNA, 18S rDNA ve ITS1 bölgelerinin PCR işlemlerinde kullanılan forward ve reverse primerleri

Primer Bölgesi	Primer Yönü	Primer Dizisi
COI	LCO	5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3'
	HCO	5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3'
16S rDNA	Forward	5'-TCGACTGTTTACCAAAAACATAGC-3'
	Reverse	5'-ACGGAATGAACTCAAATCATGTAA-3'
18S rDNA	Forward	5'-AACCTGGTTGATCCTGCCAGT-3'
	Reverse	5'-GATCCTTCTGCAGGTTACCTAC-3'
ITS1	Forward	5'-GGTTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATC-3'
	Reverse	5'-CGCACGAGCCGAGTGATCCACCTTAGAAG-3'

**Tablo 2.** Genler ve primerlerin bağlanma sıcaklıkları

Genler	Bağlanma sıcaklığı (°C)
COI	55
16S rDNA	50
18S rDNA	48
ITS1	60

### DNA Sekans Analizi

PCR ürünleri ExoSAP-IT™ PCR Product Cleanup Reagent (Thermo Fisher Scientific, USA) kiti prosedürleri kullanılarak BM Labosis tarafından saflaştırıldı. Saflaştırılan PCR ürünleri COI, 16S rDNA, 18S rDNA ve ITS1'e ait forward ve reverse yönlü primerler ile karıştırılarak dizi analizi gerçekleştirildi. Dizi analizi için Macrogen Hollanda laboratuvarında, ABI 3730XL Sanger dizileme cihazı (Applied Biosystems, Foster City, CA) ve BigDye Terminator v3.1 Cycle Dizileme Kiti kullanılarak yapıldı.

### Filogenetik Analiz

Elde edilen DNA sekansları, Chromas (v.2.6.5.) programı kullanılarak görüntüldü. Chromas üzerinden diziler ayrı ayrı FASTA formatında kaydedildi. Dizilerin forward ve reverse komplement okumaları ClustalW programı ile hizalanarak karşılaştırıldı. Her bir gen bölgesine ait diziler FASTA formatında NCBI Nucleotide BLAST'a yüklendi. NCBI veri bankasında kayıtlı dizilerle benzerlikleri karşılaştırıldı. En çok benzerlik gösteren diziler, benzerlik sıralarına göre GeneBank erişim numaraları ile birlikte filogenetik ağaçta kullanılmak üzere not edildiler (Tablo 3). Çalışılan dört gen bölgesine ait olan tüm diziler ayrı ayrı MEGA (v.7.0) programına yüklenerek modelleme yöntemleri ve mesafeleri belirlendi.

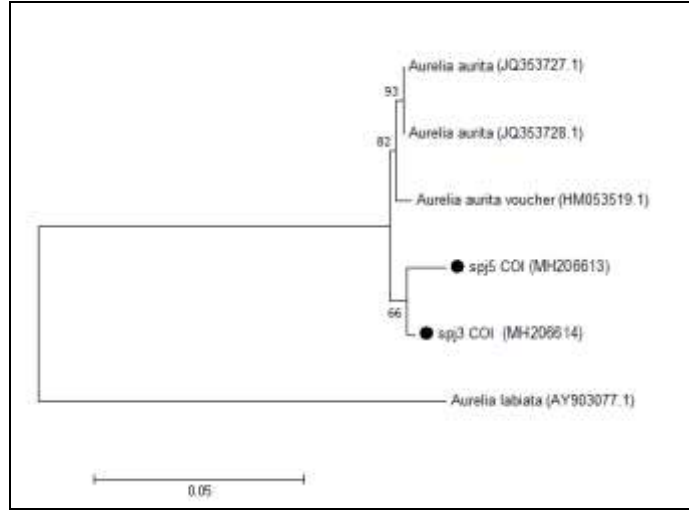
Maksimum Likelihood (ML) metodu, Tamura-Nei Modeli (1993), Bootstrap 1000'de filogenetik ağaçları oluşturuldu.

**Tablo 3.** COI gen bölgesi için GenBank'tan (NCBI) alınan sekans verilerine ait erişim numaraları

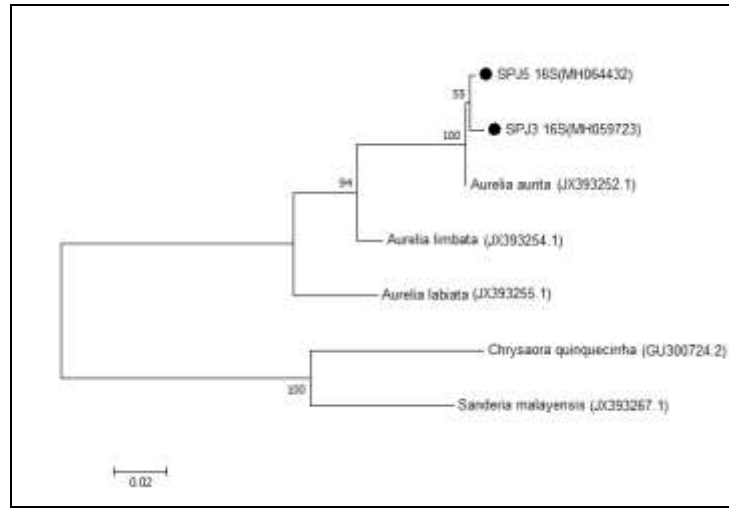
Genler	Tür	Erişim Numaraları
COI	<i>A. aurita</i>	JQ353727.1
	<i>A. aurita</i>	HM053519.1
	<i>A. aurita</i>	JQ353728.1
	<i>A. labiata</i>	AY903077.1
	<i>A. aurita</i>	JX393252.1
16S rDNA	<i>A. limbata</i>	JX393254.1
	<i>A. labiata</i>	JX393255.1
	<i>C. quinquecirrha</i>	GU300724.2
	<i>S. malayensis</i>	JX393267.1
	<i>A. aurita</i>	JX393275.1
	<i>A. limbata</i>	JX393277.1
	<i>A. aurita</i>	AY428815.1
18S rDNA	<i>Poralia sp.</i>	JX393294.1
	<i>N. nomurai</i>	HQ413771.1
	<i>C. pacifica voucher</i>	KY249594.1
	<i>S. malayensis</i>	HM194808.1
	<i>A. aurita</i>	KC767900.1
	<i>C. chinensis</i>	JN202957.1
	<i>P. noctiluca</i>	HM358359.1
ITS1	<i>C. fulgida voucher</i>	HM348774.1

## BULGULAR

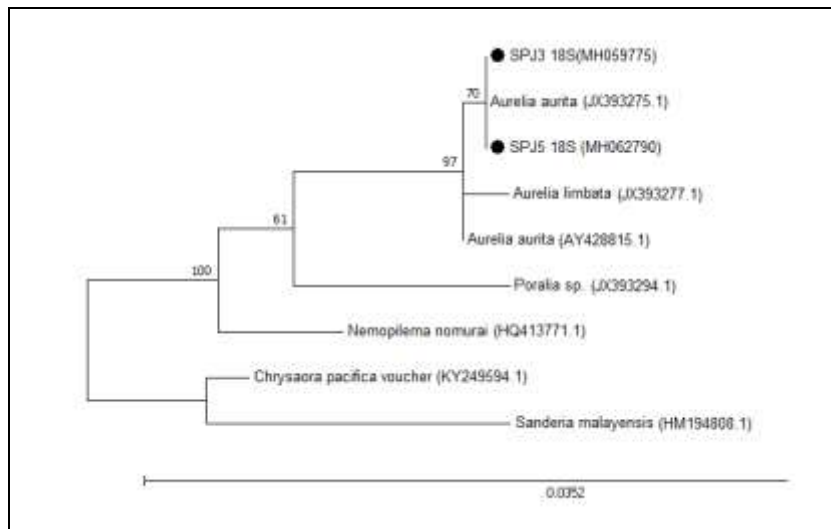
Çalışmamızda İzmit Seka Park dışında uzak sahillere laboratuvara getirilen denizanelerinin DNA izolasyonlarında sıkıntılar yaşandı. Ya DNA izole edilemedi ya da kontaminasyondan dolayı balık, alg, böcek ve bakteri DNA'ları izole edildi. Laboratuvarımıza en yakın mesafede olan İzmit Seka Park sahilinden elde ettiğimiz, taze dokudan çalıştığımız en iyi iki örnekle deneylere devam edildi. PCR ile amplifiye edilip sekansı yapılan SPJ3\_COI için MH206614, SPJ5\_COI için MH206613 NCBI veri bankasından erişim numaraları alındı. Aynı şekilde 16S rDNA için MH059723 ve MH064432, 18S rDNA için MH059775 ve MH062790, ITS1 gen bölgesi SPJ3 örneği için MH059572 ve SPJ5 örneği için MH062754 numaraları elde edildi. Şekil 1-4'de çalışmamıza ait gen dizileri ile Tablo 3'de görülmekte olan denizanelerine ait dizilerin MEGA (v.7.0) programı ile oluşturulan filogenetik ağaçları görülmektedir. Aynı programda COI geni için en düşük genetik uzaklık 0.004, en yüksek genetik uzaklık ise 0.295 olarak, baz frekansları ise  $f(A)=0.309$ ,  $f(T)=0.309$ ,  $f(C)=0.191$ ,  $f(G)=0.191$  ve  $+G(\text{Gamma distribution})=7.39$ ,  $+I=0.56$  bulundu. 16S rDNA geni için en düşük genetik uzaklık 0.002, en yüksek genetik uzaklık ise 0.366'dı. Baz frekansları  $f(A)=0.354$ ,  $f(T)=0.272$ ,  $f(C)=0.179$ ,  $f(G)=0.195$  ve  $+G=0.60$ ,  $+I=0.28$  bulundu. 18S rDNA için en düşük genetik uzaklık değeri 0.000 iken, en yüksek genetik uzaklık değeri 0.089 olarak bulundu. Baz frekansları  $f(A)=0.272$ ,  $f(T)=0.272$ ,  $f(C)=0.228$ ,  $f(G)=0.228$  ve  $+G=0.13$ ,  $+I=0.28$  bulundu. ITS1 için en düşük genetik uzaklık 0.004 ve en yüksek genetik uzaklık ise 0.683, baz frekansları ise  $f(A)=0.290$ ,  $f(T)=0.290$ ,  $f(C)=0.210$ ,  $f(G)=0.210$  ve  $+G=2.42$ ,  $+I=0.33$  bulundu.



Şekil 1. *A. aurita*'ya ait COI gen bölgesi için ML metodu ile oluşturulan moleküler filogenetik ağaç

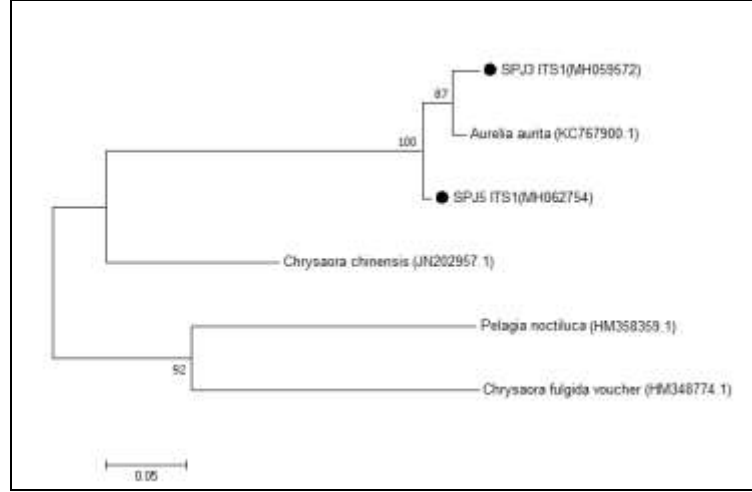


Şekil 2. *A. aurita*'ya ait 16S rDNA gen bölgesi için ML metodu ile oluşturulan moleküler filogenetik ağaç



Şekil 3. *A. aurita*'ya ait 18S rDNA gen bölgesi için ML metodu ile oluşturulan moleküler filogenetik ağaç





Şekil 4. *A. aurita*'ya ait ITS1 gen bölgesi için ML metodu ile oluşturulan moleküler filogenetik ağaç

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye sularında yapılan çalışmalar araştırıldığında Çanakkale Boğazındaki, Scyphomedusae (*A. aurita*, *R. pulmo* ve *Chrysaora hysoscella*) ve Ctenophora türlerinin (*Mnemiopsis leidyi*, *Pleurobranchia pileus*) mevsimsel dağılımları (Çardak, 2002), Karadeniz'de yaşayan *R. pulmo* denizanalarının işlenmesi, protein, karbon, hidrojen, azot, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn ve Ni miktarlarının bulunması (Özer, 1994) gibi çalışmalar bulunmaktadır. *Aurelia* bütün denizanaları arasında en çok çalışılmış olmasına rağmen onun taksonomisi ve moleküler karakterizasyonu ile ilgili çok az şey bilinmektedir.

Keskin ve Atar (2013) tarafından Karadeniz-Sinop kıyılarından elde edilen *A. aurita* örneklerine ait COI gen bölgesi sekans dizilerinin genom veri bankasında kayıtları sağlanmıştır. Marmara Deniz'i sahillerinde yaşayan *A. aurita* denizanası türü için NCBI genom veri bankasına COI gen bölgesi veri girişleri (MH206614, MH206613) tarafımızca sağlanmış olup ilaveten aynı tür için 16S rDNA (MH059723, MH0644432), 18S rDNA (MH059775, MH062790) ve ITS1 (MH059572, MH062754) DNA barkod genlerine ait sekanslar için de erişim numaraları elde edilmiştir.

COI geninin diğer genlerden üstünlüğü evrensel primer çiftleri kullanılarak çoğaltılabilmesi ve farklı taksonlarda filogenetik sinyale sahip olmasıdır. Üçüncü pozisyondaki kodonları çoğunlukla substitüsyon gösterdiğinden diğer barkod genlerine göre nispeten daha yüksek evrim hızına sahip ve aynı zamanda tür içi farklılığı ortaya koyabilmektedir (Buclin vd., 2011). MH206614 erişim numaralı SPJ3 örneğimiz, JQ353727.1 erişim numaralı *A. aurita* ile %99.1 benzerlik gösterirken *A. limbata* (AY903189.1) ile %84.8, *A. labiata* (AY903077.1) ile %82.2 benzerlik göstermektedir. Dawson ve Jacobs (2001)'un da belirttikleri gibi COI geninde *Aurelia* türleri arasında görülen %13-24 arasında değişen bölgeler çalışmamızdan da görüleceği üzere *A. limbata*, *A. labiata* ve *A. aurita* türleri arasındaki filogenetik ayırımı destekler niteliktedir.

SPJ3 ve SPJ5 örneklerimiz 16S rDNA gen bölgesi açısından incelendiğinde, çalıştığımız türün NCBI BLAST'ta kayıtlı *A. aurita*'larla %99.3 ve %99.7 arasında benzerlik oranları olduğu görülmüştür. Bu oranları %94 ile *A. limbata* ve %88.2 ile *A. labiata* izlemiştir. *Poralia sp.*, *N. nomurai*, *C. quinquecirrha* ve *S. malayensis* ise benzerlik oranları %75-70 arası bulunmuştur. Türkiye denizlerinde yaşayan *A. aurita*, *R. pulmo* ve *C. andromeda* denizanaları üzerinde Özbalçılar (2012) tarafından yapılan bir çalışmada mitokondrial 16S rDNA bölgeleri değerlendirilmiştir. PCR-RFLP tekniği ile denizanası türleri arasında 4 çeşit restriksiyon endonükleaz enzimi (BsuI, AluI, Hin6I, RsaI) kullanarak yaptıkları çalışmada 5 haplotip ortaya çıkarılmış; *R. pulmo* ve *A. aurita* türlerinin yakın akrabalığı ve *C. andromeda* türünün bu iki türe göre nispeten daha uzak akrabalığının olduğu bulunmuştur. Özbalçılar (2012), tarafından yapılan çalışmada 16S rDNA'nın denizanası türleri arasında ayırım gücüne sahip olması yaptığımız çalışma ile paralellik arz etmektedir.

Marmara Denizi ve Karadeniz sahillerinde Doğan (2017), tarafından Scyphozoa sınıfına ait *A. aurita* ve *R. pulmo* türlerinde ITS1 gen bölgesi kullanılarak filogenetik analiz yapılmış fakat çalışmaya ait örneklerin GeneBank erişim numaralarına ulaşılamamıştır. Yaptığımız çalışma ile Marmara

Denizi'nde yayılış gösteren *A. aurita* üzerinde ITS1 geni veri girişi sağlanmış durumdadır. Doğan (2017) tarafından *A. aurita* ve *R. pulmo* denizanalarında yapılan çalışmada ITS1 gen bölgelerine ait PCR-jel fotoğrafları incelendiğinde farklı nükleotid uzunluklarına sahip bantlar olduğu görülmektedir. Dawson ve Jacobs (2001) ve Batovska vd. (2017) çalışmaları incelendiğinde de, ITS1 gen bölgesinin yüksek varyasyon göstermesi hizalamalarda zorluklar çıkarmasına rağmen denizanası türlerini ortaya çıkarmada, komşu dizileri ile ya da diğer DNA barkod genleri ile birlikte değerlendirilmesinin faydalı olacağını düşünmekteyiz.

SPJ3 (MH059775) ve SPJ5 (MH062790) örneklerimize ait DNA sekansları ile genom veri bankasında kayıtlı (Tablo 3) diğer denizanalarına ait 18S rDNA sekansları hizalandığında benzerlikleri çok yakın olduğu bulunmuştur. Özellikle SPJ3 18S rDNA sekansımız NCBI-BLAST'ta %100 oranında *A. aurita* (JX393275.1) ile benzer çıksa da bunu %99,9 ile *A. labiata*, %99,3 ile *A. limbata* izlemektedir. Elde edilen sonuçlardan da görüleceği üzere denizanalarında 18S rDNA gen bölgesi cins ve tür ayrımında DNA barkodlamada çok ayırıcı değildir. Nitekim 18S rDNA dizisi ağırlıklı olarak evrimsel korunmuş bölgeler içerdiğinden alem, filum, sınıf ve takım seviyesinde filogenetik ilişkileri ortaya çıkarmada kullanılabilirliği önerilmektedir (Chalwatzis vd., 1995; Hwang ve Kim, 1999).

Çalışmamıza ait bazı sekans sonuçlarımızı NCBI-BLAST'a yüklediğimizde (kayıt altına almadığımız) midye, balık, alg ve bakteri türleri ile karşılaştık. Çoğunlukla kirli sularda yaşayan denizanası üzerinde moleküler düzeyde çalışma planlayan araştırmacılar için, denizanasından doku örneği almadan önce canlının suyla iyice temizlenmesini, şemsiye kısmından, ektoderm tabakasının hemen altından alınmasını ve taze dokuda çalışılmasını önermekteyiz. Aksi takdirde kontaminasyondan dolayı farklı canlı kalıntılarına ait DNA'ları da izole etmek mümkündür.

Denizlerimizde *A. aurita*'nın dışında *Cassiopea andromeda* (Forsskal, 1775), *Rhopilema nomadica* (Galil, 1990), *R. pulmo* (Marci, 1778), *Cotylorhiza tuberculata* (Marci, 1778), *C. hysocella* (Linnaeus, 1767), *Phyllorhiza punctata* (von Lendenfeld, 1884) ve *P. noctiluca* (Forsskal, 1775) denizanası türleri de bulunmaktadır. Ancak literatür incelendiğinde Türkiye denizlerinde yaşayan denizanası türlerine ait birkaç çalışma dışında DNA barkod çalışması bulunmamaktadır (Özbalçılar, 2012; Keskin ve Atar, 2013; Doğan, 2017). İlgi duyan araştırmacılar için yukarıda belirtilen denizanası türlerine ait gen bölgeleri dizilerek veri bankalarına kayıtları sağlanabilir. Ayrıca Karadeniz, Akdeniz ve Ege Denizi'nde bulunan diğer *A. aurita*'ların da moleküler düzeyde çalışılarak haplotiplerinin belirlenmesi literatüre önemli katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışmada Marmara Denizi sahillerinde yaygın olarak bulunan *Aurelia aurita* denizanası türü DNA barkodlama tekniği kullanılarak çalışılmıştır. Barkod genleri olarak mitokondrial COI, 16S rDNA, 18S rDNA ve ITS1 gen bölgeleri kullanılmıştır. Ülkemiz sularında yaşayan denizanası türlerine ait barkodlama çalışması yok denecek kadar azdır. Bundan sonraki çalışmalar için gerek denizanaları gerekse diğer akuatik canlılarımız için biyoçeşitliliğimizin moleküler düzeyde ortaya çıkarılması, barkod sistemlerine kayıtlarının sağlanması ve bu alanda literatür açığının kapatılması önerilmektedir.

**Teşekkür:** \*Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. Çalışma, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (KOU BAP-2017-095) tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Appeltans, W., Ahyong, S. T., Anderson, G., Angel, M. V., Artois, T., Bailly, N., Bamber, R., Barber, A., Batsch, I., & Berta, A. (2012). The Magnitude of Global Marine Species Diversity. *Current Biology*, 22, 2189-2202.
- Arai, M. N. (1996). *Functional Biology of Scyphozoa*, 1st ed., Chapman and Hall, New York.
- Batovska, J., Cogan, N. O., Lynch, S. E., & Blacket, M. J. (2017). Using Next-Generation Sequencing for DNA Barcoding: Capturing Allelic Variation in ITS2, *G3 Genes/Genomes/Genetics*, 7, 19-29.
- Bayha, K. M., Dawson, M. N., Collins, A. G., Barberitos, M. S., & Haddock, S. H. D. (2010). Evolutionary relationships among scyphozoan jellyfish families based on complete taxon sampling and phylogenetic analysis of 18S and 28S ribosomal DNA, *Integrative and Comparative Biology*, 50 (3), 436-455.
- Beauchamp, K. A., & Powers, D. A. (1996). Sequence variation of the first internal spacer (ITS1-1) of Ribosomal DNA in ahermatypic corals from California, *Molecular marine biology and biotechnology*, 5, 357-362.
- Bucklin, A., Steinke, D., & Blanco-Bercial L. (2011). DNA barcoding of marine metazoa. *Annual Reviews of Marine Science*, 3, 471-508.

- Chalwatzis, N., Bauer, A., Stetzer, E., Kinzelbach, R., & Zimmermann, F. K. (1995). Strongly expanded 18S rRNA genes correlated with a peculiar morphology in the insect order of Strepsiptera, *Zoology*, 98, 115-126.
- Chen, C. A., Willis, B. L., & Miller, D. J. (1996). Systematic relationships between tropical corallimorpharians (Cnidaria: Anthozoa: Corallimorpharia): utility of the 5.8S and internal transcribed spacer (ITS) regions of the rDNA transcription unit, *Bulletin of Marine Science*, 59, 196-208.
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F. B. R., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C. N., Corbera, J., & Dailianis, T. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns and threads, *PLoS*, 5, 11842.
- Çardak, M. (2002). Çanakkale Boğazı, Nara Burnu civarındaki scyphozoa ve ctenophora türleri ile bunların bölgedeki dağılımlarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ref. no: 121545.
- Dawson, M. N., & Jacobs, D. K. (2001). Molecular evidence for cryptic species of *Aurelia aurita* (Cnidaria, Scyphozoa), *The Biological Bulletin*, 200, 92-96.
- Dawson, M. N. (2005). Incipient speciation of *Catostylus mosaicus* (Scyphozoa, Rhizostomeae, Catostylidae), comparative phylogeography and biogeography in southeastern Australia, *Journal of Biogeography* 32, 515-533.
- Doğan, O. (2017). Türkiye Kıyılarında Dağılım Gösteren Scyphozoa Sınıfına Ait Bazı Türlerin Moleküler Filogenisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, ref. no: 462931.
- Hamner, W.M., Dawson, M.N. (2009). A systematic review of the evolution of jellyfish blooms: advantageous aggregations and adaptive assemblages. *Hydrobiologia*, 616, 161-191.
- Häussermann, V., Dawson, M.N., Försterra, G. (2009). First record of the moon jellyfish, *Aurelia* for Chile. *Spixiana* 32(1), 3-7.
- Hwang, U. W., Kim, W. (1999). General properties and phylogenetic utilities of nuclear ribosomal DNA and mitochondrial DNA commonly used in molecular systematics, *The Korean Journal of Parasitology*, 37 (4), 215.
- İşinibilir, M., Yılmaz, I. N., & Demirel, N. (2015). New records of jellyfish species in the Marmara Sea, *Italian Journal of Zoology*, 82, 425-429.
- Keskin, E., & Atar, H. H. (2013). DNA barcoding commercially important aquatic invertebrates of Turkey, *Mitochondrial DNA The Journal of DNA Mapping, Sequencing, and Analysis*, 24 (4), 440-450.
- Kramp, P. (1961). Synopsis of the medusae of the world, *J. Mar. Biol. Assoc.*, 40, 1-469.
- Miller, S. A., Harley, J. P. (2016). *Zoology*, 10th ed., McGraw Hill, New York, 2016.
- Odorico, D. M., & Miller, D. J. (1997). Variation in the ribosomal internal transcribed spacers and 5.8S rDNA among five species of acropora (Bnidaria: Scleractinia): patterns of variation consistent with reticulate evolution, *Mol. Biol. Evol.*, 14, 465-473.
- Ortman, B. D., Bucklin, A., Pages, F., & Youngbluth, M. (2010). DNA barcoding the Medusozoa using mtCOI. *Deep-Sea Res Pt II*. 57, 2148-2156.
- Özbalçılar, B. (2012). Türkiye denizlerinde bulunan Akdeniz ve İndo-Pasifik kökenli denizanelerinin filogenetiği, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, ref. no: 329548.
- Özer, N. P. (1994). *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778) Denizanasının İşleme ve Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ref. no: 33737.
- Palumbi, S. R. (1996). Nucleic acids II: The polymerase chain reaction. In *Molecular systematics*. Edited by Hillis DM, Moritz C, Mable BK. Sinauer Associates, Inc.; 205-247.
- Rızman-İdid, M., Farrah-Azwa, A.B., & Chong, V.C. (2016). Preliminary Taxonomic Survey and Molecular Documentation of Jellyfish Species (Cnidaria: Scyphozoa and Cubozoa) in Malaysia. *Zoological Studies*, 55(35), 1-19 doi:10.6620/ZS.2016.55-35
- Tanyolaç, J., & Tanyolaç, T. (2000). *Genel Zooloji*, 6. Baskı, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara.
- Taşer, Y. (2017). Denizanelerinin farklı alanlarda değerlendirilmesi (Cnidaria: Coelenterata), Yüksek Lisans Tezi, Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, ref. no: 459006.
- Wesson, D. M., Porter, C. H., & Colling, F. H. (1992). Sequence and secondary structure comparisons of ITS rDNA in mosquitoes (Diptera: Culicidae), *Molecular phylogenetics and evolution*, 1, 253-269.

## Türkiye Denizleri Işık Etkileşimleri

Fethi BENGİL<sup>1\*</sup>, Sinan MAVRUK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Girne Amerikan Üniversitesi, Denizcilik ve Ulaştırma Yüksekokulu, Girne, KKTC

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Deniz Biyolojisi Bölümü, Adana, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [fethibengil@gau.edu.tr](mailto:fethibengil@gau.edu.tr)

**Araştırma Makalesi**

Geliş 02 Kasım 2018; Kabul 04 Aralık 2018; Basım 01 Haziran 2019.

**Alıntılama:** Bengil, F., & Mavruk, S. (2019). Türkiye denizleri ışık etkileşimleri. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 171-180. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.478155>

### Özet

Bu çalışmada, Türkiye deniz alanlarında ışık özellikleri ve deniz suyu etkileşimlerini anlama ve zaman içerisindeki eğilimlerini değerlendirmek amacıyla Eylül 1997 ile Mart 2017 arasında uzaktan algılama ile elde edilen veri seti kullanılmıştır. Değerlendirme, ışık yoğunluğunun göstergesi olarak fotosentetik aktif ışımaya (PAR), deniz suyu etkileşiminin göstergesi olarak ise Öfotik derinlik (Zeu) ve PAR sönmülleme katsayısı (KdPAR) değişkenleri üzerinden yapılmıştır. Bulgular, ortamdaki ışık yoğunluğunun, zamana bağlı olarak değişiklik göstermemekle birlikte, Türkiye deniz alanlarında Zeu'nun genellikle artış eğiliminde olduğunu ve bu durumla ilişkili olarak KdPAR'ın yalnızca Karadeniz'de azalma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, ışık yoğunluğundan öte, deniz suyundaki optik aktif maddelerin ışık etkileşimindeki değişimleri belirlediği anlaşılmıştır. Bu çalışmada sunulan parametrelerin, farklı bölgelerde geliştirilmiş deneysel ilişkilerden üretilen parametreler yerine, model çalışmalarında kullanılmasının, belirsizliği azaltmak konusunda avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

*Anahtar kelimeler:* Türkiye denizleri, ışık, fotosentetik aktif ışımaya, Öfotik derinlik, sönmülleme katsayısı

### Light Interactions of Turkish Seas

#### Abstract

In this study, data sets obtained by satellite remote sensing were used to understand light characterization and sea water-light interactions and evaluate inter-annual trends between September 1997 and March 2017. Photosynthetically active radiation (PAR) in terms of light intensity, and Euphotic depth (Zeu) and attenuation coefficient (KdPAR) in terms of light-seawater interaction were used for descriptive and time series analysis. As a result of this study, PAR showed no differences over the time period, while Zeu (mostly increasing) and KdPAR generally showed significant trends in the regions. It can be concluded that optically active constituents determine the interaction rather than light intensity in the regions. Additionally, it is expected that using these parameters in modelling studies will provide an advantage on reducing uncertainties that come from globally used bio-optical empirical relationships.

*Keywords:* Turkish Seas, light, photosynthetically active radiation, euphotic depth, attenuation coefficient

## GİRİŞ

Türkiye'yi çevreleyen denizler, gerek fiziksel gerekse biyolojik ve kimyasal olarak belirli özelliklere sahiptir. Örneğin, tatlı su girdisi yoğun olan ve kapalı bir sistem özelliği gösteren Karadeniz, yoğun tuzluluk seviyelerine sahip Akdeniz'e göre oldukça farklı fiziksel ve kimyasal deniz suyu özelliklerine sahiptir (Oğuz vd., 2004; Akpınar vd., 2016). Marmara Denizi ise bu iki deniz arasında hem yatay hem de dikey olarak geçiş özelliği göstermektedir (Beşiktepe vd., 1994; Yalçın vd., 2017) (Şekil 1). Bu geçiş durumu ayrıca Kuzey Ege Denizi'nin Çanakkale Boğazı çevresinde de görülmektedir (Zeri vd., 2014). Benzer şekilde, Ege Denizi'nin biyokimyasal özelliklerinin de kuzeyden güneyine doğru değişiklik gösterdiği de bildirilmiştir (Tzortzious vd., 2015).

Denizel ekosistemler, canlı ve cansız unsurları ve bu unsurlar arasındaki etkileşimler dolayısıyla oldukça dinamik sistemlerdir. Bu çalışmanın odak noktası olan ışık, cansız bir unsur olarak deniz ekosistemlerinin başlıca enerji kaynağıdır. Işığın sağladığı ısı enerjisi ile deniz suyu sıcaklığı değişmekte ve değişen enerjiye bağlı olarak da su hareketleri şekillenmektedir.

Ayrıca, ışık ile taşınan enerji fotosentetik bitkisel organizmaların üretimiyle besin ağına katılmakta ve besin zinciri sebebiyle, dolaylı olarak canlı unsurların düzenlenmesine kadar etki göstermektedir. Bununla birlikte, ışığın denizel ekosistemdeki kullanımı, farklı partikül ve çözünmüş maddelerden dolayı değişmekte; bu durum da gerek canlı gerekse cansız unsurlar (hepsi birlikte optik olarak aktif maddeler, OAM) arasındaki rekabeti etkileyebilmektedir (Kirk, 2011). Bu durum, ortamın ışık yoğunluğunun yanında, OAM'ın ışık etkileşim özelliklerinden de oldukça etkilenmektedir.

Öfotik derinlik (Zeu) deniz yüzeyine gelen fotosentetik aktif ışığa (PAR) değerinin %1'ine ulaşana kadar ilerlediği su derinliğini ifade etmektedir (Kirk, 2011). Bu derinlik birincil üretimin önemli bir belirteci olmakla birlikte, ekosistemlerde su berraklığına ilişkin kalite indeksi olarak da değerlendirilmektedir (Lee vd., 2007). Işığın su derinliği boyunca azalışının ifadesi olan PAR sönümlenme katsayısı (KdPAR) birincil üretim miktarının belirlenmesinde önemli olan ayrı bir göstergedir. Deniz yüzeyine ulaşan PAR birincil üretim miktarının ve veriminin belirleyicisi olmanın yanında, su kolonu içerisindeki ilerleyişi ve bu ilerleyiş sırasındaki azalma yönündeki değişimi (KdPAR) su ve OAM ile olan etkileşimi ile belirlenmektedir. Bu sebeple, bu değişkenler deniz alanlarının üretim ve ekosistem özelliklerinin karakterize edilmesinde önem arz etmektedir.

Deniz suyunun optik özellikleri, bir ortamın ışık alma özelliklerinin yanı sıra OAM ile ışık arasındaki etkileşimi de ifade etmektedir. Işığın, sistemlerin birincil enerji kaynağı olması nedeniyle, biyo-optik özelliklerin anlaşılması, ekosistemdeki unsurların ve süreçlerin anlaşılmasında anahtar rol üstlenmektedir (Bengil ve Mavruk, 2018). Bunun yanında ekosistemlerin daha iyi anlaşılmasına yönelik modelleme çalışmalarının da önemli bir bileşenini oluşturmaktadır (Bengil vd., 2016).

Türkiye denizlerinde yapılmış oşinografik araştırmalar, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler, ile süreçlerin anlaşılması konusunda katkı sağlamışlardır (Beşiktepe vd., 1994; Yılmaz, 2002; Oğuz vd., 2004). Bununla birlikte, son yıllara kadar biyo-optik özelliklerin anlaşılması üzerine yapılan çalışmalar yalnızca birkaç bölge ile sınırlı kalmıştır (Örek, 2007). Türkiye denizlerinin biyo-optik özelliklerini anlamak, zaman içerisindeki eğilimlerini değerlendirmek adına yapılan en kapsamlı çalışma Bengil ve Mavruk (2018) tarafından yapılmış olup, bu çalışma optik aktif maddeler ve bu maddelerin ışıkla etkileşimi üzerine odaklanmış; ortamdaki ışık miktarı ve ışığın deniz ortamı ile etkileşimini değerlendirmemiştir.

Burada sunulan çalışma ise fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine göre sınıflandırılmış Türkiye deniz alanlarında, ışık özellikleri ve deniz suyu ile etkileşimlerini anlama ve zaman içerisindeki eğilimlerini değerlendirme konularına odaklanmıştır. Çalışma kapsamında 1997 ve 2017 yılları arasındaki 20 yıllık süreçte ortamdaki ışık yoğunluğunun göstergesi olarak PAR, birincil üretimin gerçekleştiği derinlik aralığını işaret eden Zeu ve denizel alana giren PAR'nın azalma özelliklerini açıklayan KdPAR parametreleri hesaplanmış ve artış-azalış eğilimleri incelenerek bu eğilimlerdeki mekansal farklılıklar değerlendirilmiştir.

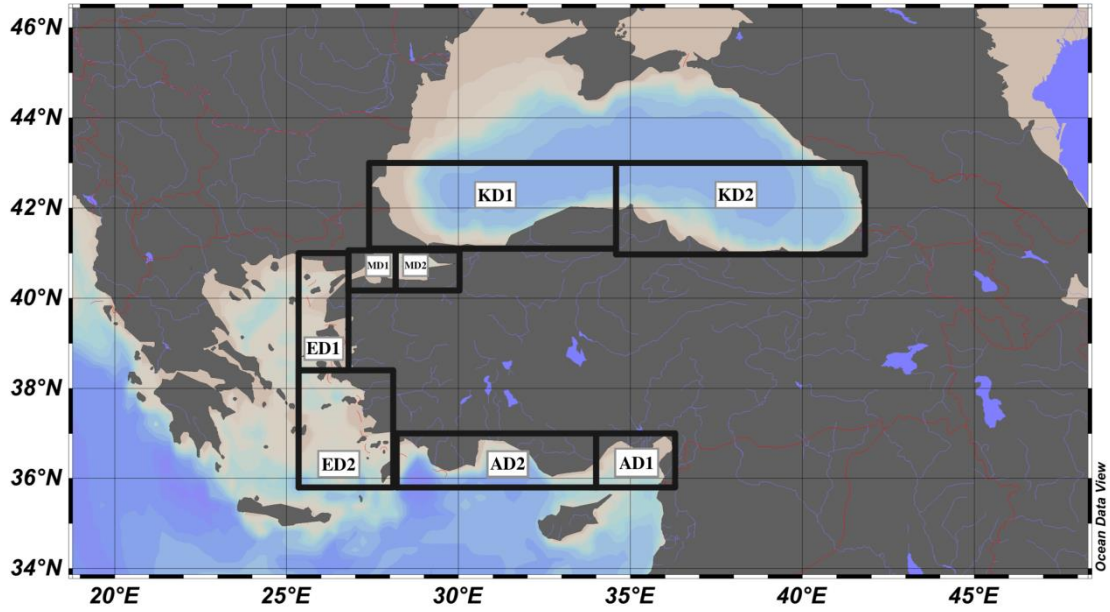
## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında ışık ve ışık-deniz suyu etkileşimi ile ilişkili olarak PAR, Zeu ve KdPAR üzerine odaklanılmış, bu özelliklerin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmış ve zamana bağlı değişimleri değerlendirilmiştir. İncelenen veri seti GlobColor'dan elde edilmiş olup; GlobColor (<http://globcolour.info>) ACRI-ST tarafından geliştirilen, doğrulanmış ve dağıtımı yapılan Avrupa Uzay Ajansı Veri Kullanıcı Elementlerinden (ESA DUE) biridir. GlobColor kapsamında farklı uydu sensörlerinden elde edilen görüntüler ve bu görüntülerden üretilen optiğe bağlı ürünler birlikte kullanılarak sürekli bir veri seti oluşturulmaktadır. GlobColor sistemine ait veri setlerinin bilimsel ve teknik özellikleri GlobColor Ürünleri Kullanıcı Kılavuzunda sunulmuştur (GlobColor, 2017). Bu çalışmada kullanılan veri setleri Avrupa alanı altında sunulmakta olup 1 km<sup>2</sup> çözünürlüğe sahiptir. Eylül 1997 ile Mart 2017 tarihleri arasında sensörlerden elde edilen ürünlerin aylık ortalamalarının hesaplanması suretiyle birleştirilmiş olan, toplamda 235 farklı zamana ait görüntü seti kullanılmıştır. In-situ veri setleri ile olan yüksek uyum performansı dolayısıyla birleştirme yöntemi olarak Garver, Siegel ve Maritorea Modeli (GSM) kullanılmıştır (Maritorea ve Siegel, 2005).

Bengil ve Mavruk (2018) tarafından belirtildiği üzere bölgeler arası farklılıklardan oluşabilecek yanlışlıklardan dolayı Türkiye'yi çevreleyen deniz alanları özelliklerine göre gruplanarak alt bölgeler oluşturulmuş, analizler bu alt bölgeler temelinde yapılmıştır (Şekil 1). Her bir bölge için ele alınan değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerinin hesaplanması amacıyla, bölge içerisinde kalan ölçüm

değerlerinin hepsi kullanılmış ve 1997 Eylül ve 2017 Mart ayları arasındaki her bir örnekleme ayı için ortalama değerler hesaplanmıştır. Bölgelere ait özelliklerin sunulması amacı ile bu zaman aralığını ifade eden ortalama değer, ortalama değer standart sapması, en büyük ve en küçük değer her bir bölge için sunulmuştur.

Her bir parametreye ait aylık ortalama değerler kullanılarak oluşturulan zaman serileri, yerel regresyon yöntemi ile trend, mevsimsel etkiler ve kalıntılar olmak üzere üç bileşene ayrılmıştır (Cleveland vd., 1990). Ardından, mevsimsel etkilerden arındırılmış zaman serileri hesaplanmış ve analizlere bu veri setleri kullanılarak devam edilmiştir. Eğilimlerin yönü ve şiddeti parametrik olmayan Mann-Kendall sıra korelasyonu kullanılarak analiz edilmiştir (Hipel ve McLoad, 1994, kullanılan R kütüphanesi “Kendall”; McLoad, 2011). Lineer trendlerin eğimi Theil-Sen regresyonu kullanılarak hesaplanmış (Sen, 1968), bölgelerin eğimleri %95 güven aralıklarını hesaplamak suretiyle karşılaştırılmıştır (Bronaugh ve Werner, 2013, kullanılan R kütüphanesi “zyp”).



**Şekil 1.** Çalışma alanı ve Türkiye’yi çevreleyen denizlerde belirlenen alt bölgeler; sırasıyla, KD1: batı Karadeniz; KD2: doğu Karadeniz; MD1: doğu Marmara Denizi , MD2: batı Marmara Denizi, ED1: kuzey Ege Denizi, ED2: güney Ege Denizi, AD1: doğu Akdeniz, AD2: batı Akdeniz (Bengil ve Mavruk, 2019, değiştirilerek).

## BULGULAR

Ortalama öfotik derinlik  $23,02 \pm 5,34$  m (MD2) ile  $80,85 \pm 12,12$  m (AD2) arasında değişmiştir. İncelenen zaman dilimi içerisinde en yüksek öfotik derinlik değerinin  $102,61$  m ile Akdeniz’in batısında, en düşük öfotik derinliğin ise  $11,96$  m ile Marmara Denizi’nin batısında olduğu bulunmuştur (Tablo 1). Öfotik derinlik mevsimsel bir takım değişimler de sergilemiştir. Yaz aylarında genellikle en yüksek öfotik derinlik değerleri gözlenirken, en düşük değerlerin ise kış mevsimine denk geldiği görülmüştür.

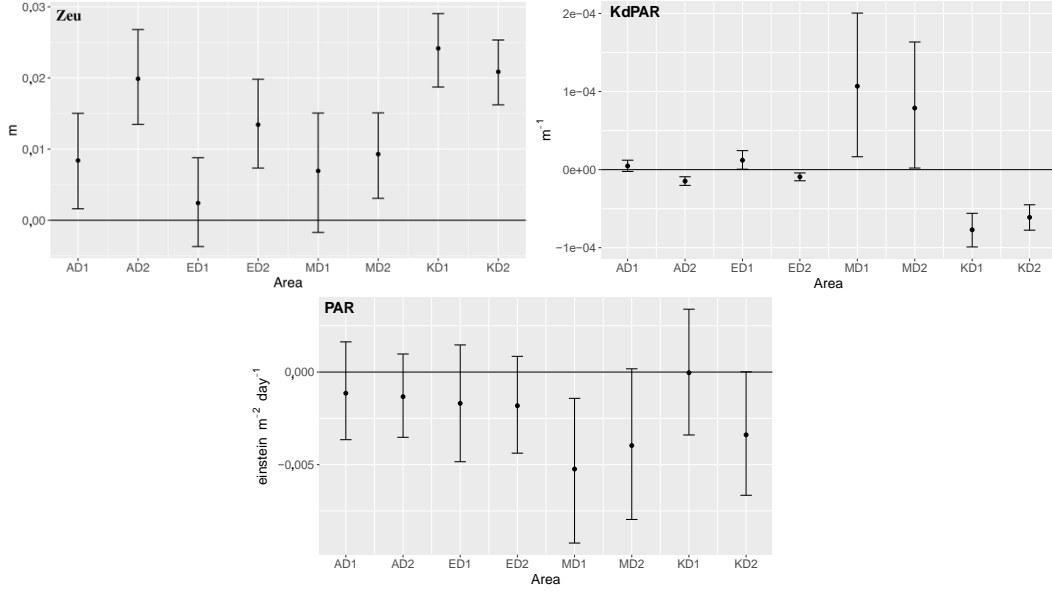
Denizde fotosentez için aktif ışığın sönümlenme katsayısı üzerine yapılan analizler sonucunda Türkiye denizlerinde ortalama KdPAR değerlerinin  $0,07 \pm 0,01$  m<sup>-1</sup> (AD2 ve ED2) ve  $0,25 \pm 0,07$  (MD2) arasında dağıldığını göstermiştir. Bölgeler bazında gözlenen en yüksek KdPAR değerleri aralığı  $0,09$  (AD2 ve ED2) m<sup>-1</sup> ile  $0,53$  (MD1) m<sup>-1</sup> arasındadır. En düşük değerlerin dağılım aralığı ise Akdeniz’in batı alt bölgesinde (AD2) görülen  $0,05$  m<sup>-1</sup> ile Marmara Denizi’nin doğu alt bölgesinde (MD2) gözlenen  $0,15$  m<sup>-1</sup> arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Türkiye denizlerinde çalışma kapsamında incelenen ışıkla ilişkili değişkenlerin özelliklerin tanımlayıcı istatistikleri

<b>Öfotik Derinlik (Zeu) (m)</b>								
	AD1	AD2	ED1	ED2	MD1	MD2	KD1	KD2
<b>Max</b>	97,30	102,61	76,17	98,13	40,31	36,63	48,66	48,76
<b>Min</b>	57,00	59,44	45,14	61,88	11,96	12,53	25,13	27,42
<b>Mean</b>	75,04	80,85	60,66	76,53	25,31	23,02	36,59	37,16
<b>sd</b>	10,69	12,12	8,17	9,49	6,33	5,34	5,23	4,81
<b>Fotosentetik aktif ışımının sönümlenme katsayısı (KdPAR) (m<sup>-1</sup>)</b>								
<b>Max</b>	0,10	0,09	0,14	0,09	0,53	0,49	0,21	0,18
<b>Min</b>	0,06	0,05	0,07	0,06	0,12	0,15	0,11	0,11
<b>Mean</b>	0,08	0,07	0,10	0,07	0,22	0,25	0,14	0,14
<b>sd</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08	0,07	0,02	0,02
<b>Fotosentetik aktif ışıma (PAR) (einstein/m<sup>2</sup>/day)</b>								
<b>Max</b>	61,76	61,92	61,20	61,97	60,00	60,04	59,95	58,55
<b>Min</b>	11,66	13,83	9,33	12,65	6,56	6,84	6,90	7,90
<b>Mean</b>	38,77	39,22	35,51	38,09	33,03	32,69	31,81	31,57
<b>sd</b>	15,49	15,46	16,75	16,04	16,88	16,68	17,12	15,93

PAR değerleri 31,57±15,93 einstein/m<sup>2</sup>/day (KD2) ve 39,22±15,46 einstein/m<sup>2</sup>/day (AD2) arasında değişmiştir. Tespit edilen en düşük değerlerin dağılımı 6,56 einstein/m<sup>2</sup>/day (MD1) olmakla birlikte, en yüksek değer 61,97 einstein/m<sup>2</sup>/day (ED2) olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). PAR mevsime bağlı olarak genellikle, yaz ayları (yüksek) ile kış ayları (düşük) arasında sinüzoidal bir dağılım göstermiştir.

Öfotik derinliğe ait zaman serilerindeki eğilimler değerlendirildiğinde, birbirine komşu alanlar olan kuzey Ege Denizi alt bölgesi ile batı Marmara Denizi alt bölgesi dışında anlamlı pozitif eğilimlerin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2, Tablo 2). Gözlenen yıllık artış düzeyleri Karadeniz ile batı Akdeniz (AD2) ve doğu Marmara Denizi'nde (MD2) diğer bölgelere nazaran daha yüksektir (Tablo 2). Zaman serisi eğilimler KdPAR için Marmara Denizi ile kuzey Ege'de (ED1) zaman içerisinde artan doğrultuda bir eğilim sergilerken, Karadeniz genelinde anlamlı bir azalış eğilimindedir (Şekil 2, Tablo 2). Fotosentez için aktif ışıma değerlerinin ise Marmara Denizi'nin doğusu (MD2) dışında anlamlı bir eğilim sergilemediği tespit edilmiştir (Şekil 2, Tablo 2).



**Şekil 2.** Mevsimsel etkilerden arındırılmış bölgesel bazlı zaman serilerinin Theil-Sen regresyon eğimleri (Dikey çizgiler %95 güven aralığını göstermektedir).

**Tablo 2.** İncelenen ışıkla ilişkili değişkenlerin Türkiye denizlerindeki zamansal değişimini tanımlayan istatistikler ( $\tau$ :Mann Kendal Thau,  $\alpha$ : kesen,  $b_{sen}$ : Theil Sen regresyonu eğimi, GA: eğimin güven aralığı)

<b>Zeu</b>								
	AD1	AD2	ED1	ED2	MD1	MD2	KD1	KD2
$\tau$	0,11*	0,25***	0,04 <sup>ad</sup>	0,19***	0,07 <sup>ad</sup>	0,13**	0,36***	0,35***
$\alpha$	74,1	78,6	60,2	75,0	24,4	22,0	34,2	34,9
$b_{sen}$	0,008	0,020	0,002	0,013	0,007	0,009	0,024	0,021
$\pm$ %95 GA	0,007	0,007	0,006	0,006	0,008	0,006	0,005	0,004
<b>KdPAR</b>								
$\tau$	0,06 <sup>ad</sup>	-0,22***	0,09*	-0,16***	0,10*	0,09*	-0,30***	-0,30***
$\alpha$	0,07683	0,07096	0,09404	0,07371	0,20302	0,23375	0,14675	0,14120
$b_{sen}$	0,00000	-0,00001	0,00001	-0,00001	0,00011	0,00008	-0,00008	-0,00006
$\pm$ %95 GA	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00009	0,00008	0,00002	0,00002
<b>PAR</b>								
$\tau$	-0,04 <sup>ad</sup>	-0,05 <sup>ad</sup>	-0,05 <sup>ad</sup>	-0,06 <sup>ad</sup>	-0,12**	-0,08 <sup>ad</sup>	0,00 <sup>ad</sup>	-0,09 <sup>ad</sup>
$\alpha$	39,4	39,8	36,1	38,7	34,2	33,7	32,2	32,4
$b_{sen}$	-0,001	-0,001	-0,002	-0,002	-0,005	-0,004	0,000	-0,003
$\pm$ %95 GA	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003

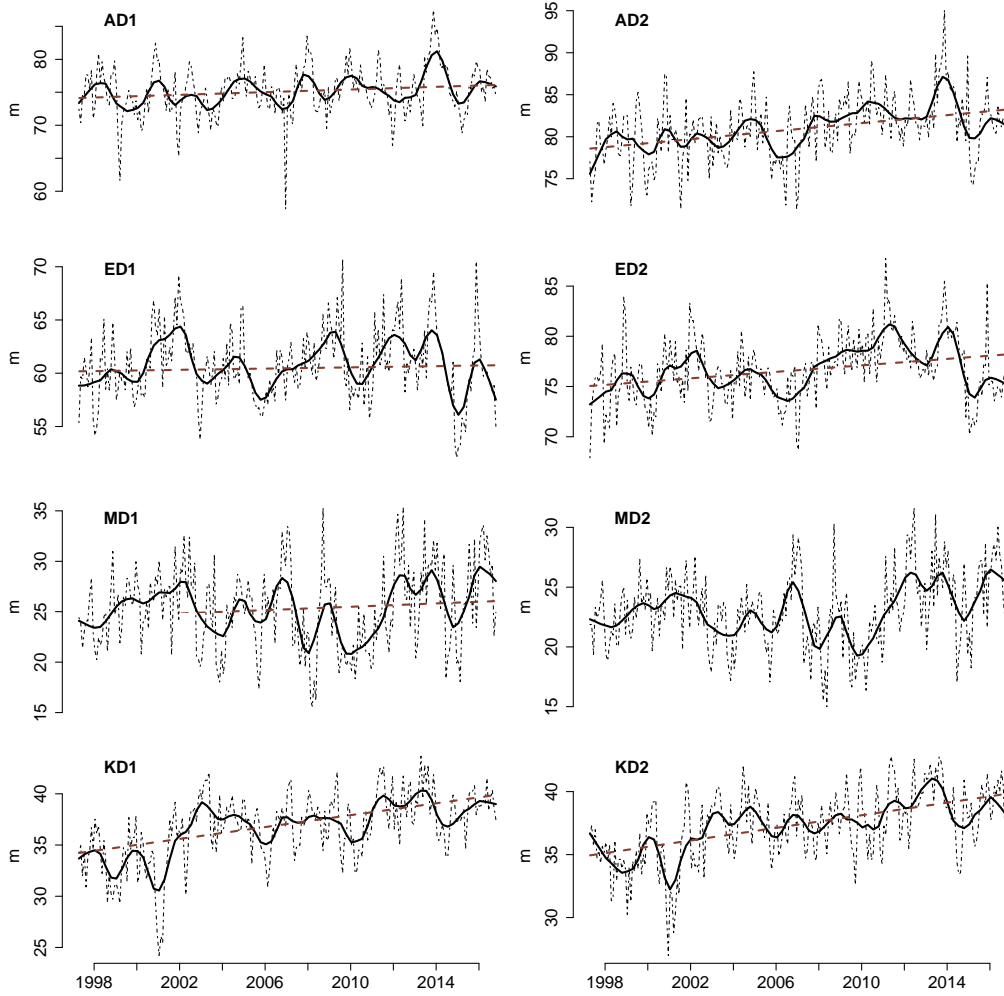
ad: anlamlı değil; \*: 0.05 önem seviyesinde anlamlı; \*\*: 0.01 önem seviyesinde anlamlı; \*\*\*: 0.001 önem seviyesinde anlamlı

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Deniz çalışmalarında saha verilerinin elde edilmesinin zorluğu ve ışık temelli analizlerde su kolonu boyunca düzenli ölçümlerin yapılması gerekliliğinden dolayı öfotik derinlik gibi birincil üretimle ilişkili değişkenlerde, sıklıkla deneysel biyo-optik yöntemler kullanılmaktadır. Bu değişkenlerin tahmini, genellikle açık deniz su tiplerinde ışığa doğrudan etki yapan, OAM olan klorofil pigmenti üzerinden yapılmaktadır (Morel, 2009). Bununla birlikte, Türkiye deniz alanlarını da kapsayan bölge içerisinde, öfotik derinlik ve değişkenliği konusunda yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Ediger ve Yılmaz (1996a) tarafından öfotik derinlik Karadeniz’de 28-50 m, Marmara Denizi’nde 15-40 m, Akdeniz’de ise 50-120 m arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Yılmaz vd. (1998) tarafından bildirildiği üzere, güney Karadeniz için öfotik derinlik dağılımı farklı mevsimlere ve bölgelere bağlı olarak 15-40 m arasında değişim göstermektedir. Benzer şekilde, Marmara Denizi’ni temsilen İstanbul Boğazı çevresinde öfotik derinliğin 15-21 m arasında değiştiği (Yılmaz vd., 1998), Marmara Denizi’nin ortalama öfotik derinliğinin ise 16.3 m olduğu (Yılmaz vd., 2000) bildirilmiştir. Bu çalışmaların değerleri ile karşılaştırıldığında uzaktan algılama görüntüleri ile elde edilmiş değerlerin, saha ölçümlerinin değişim aralıkları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Önceki bulgularla benzer



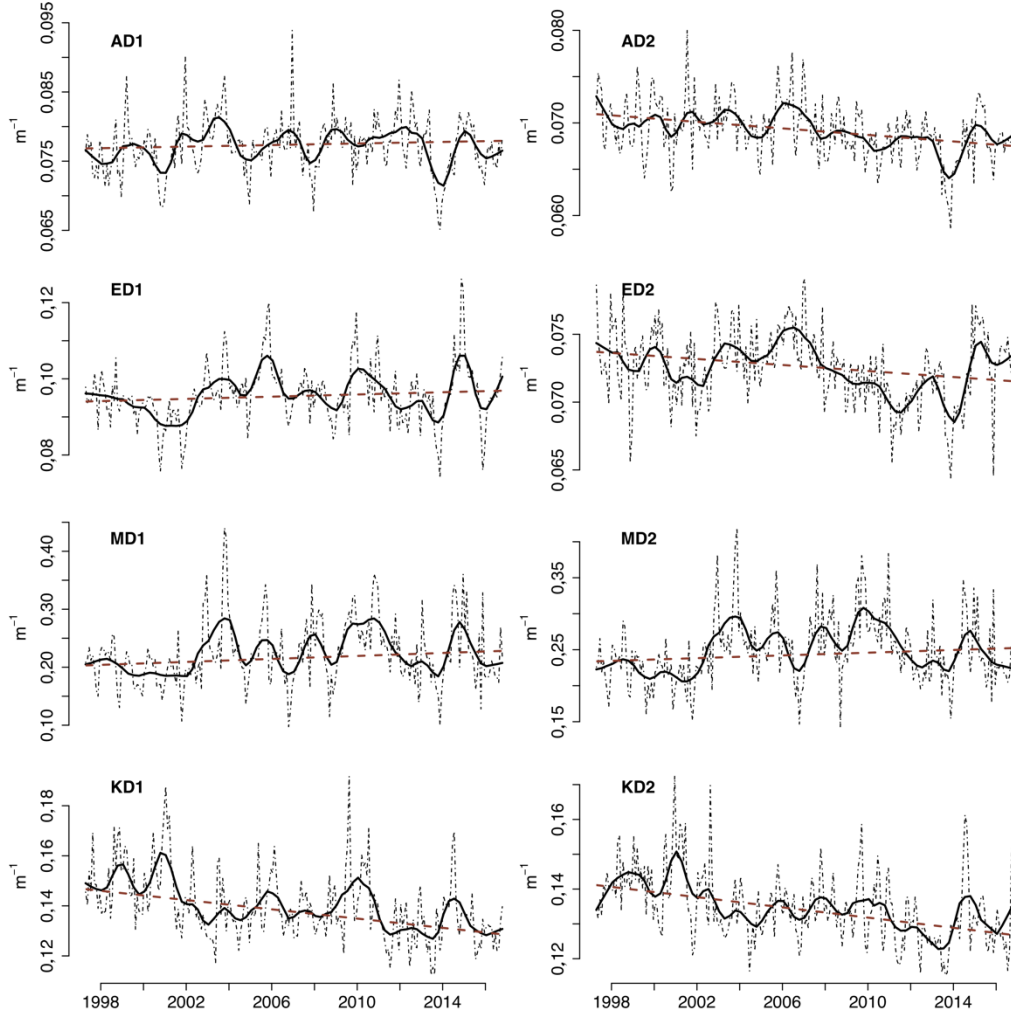
şekilde, Marmara Denizi alt bölgelerinin düşük öfotik derinliğe sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Marmara Denizi'ndeki OAM'lerin önemli bir kısmı karasal partiküllerden oluşmakta (Bengil ve Mavruk, 2018) ve bu partiküller de dar Karadeniz suyu tabakasında dağılım göstermektedirler (Uysal, 2006). Bu durum da ışığın, daha düşük derinliklerde %1 seviyesinin altına düşmesine yol açmaktadır. Akdeniz için yapılan başka bir çalışmada ise 55-95m aralığında öfotik derinlik değerleri rapor edilmiştir (Ediger ve Yılmaz, 1996b). Rodos girdap bölgesinde derinliğin daha dar bir aralıkta (45-80m) olduğu belirlenmiştir (Ediger vd., 1999). Öfotik derinlik üzerine Ege Denizi'nde Ignatiades vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada güney ve kuzey Ege Denizi arasında farklılık olduğu bildirilmekle birlikte, tespit ettikleri değerlerin bu çalışmadaki değerlerden oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Her iki çalışmanın ortak vurguladığı sonuç ise kuzey Ege suları ile güney Ege suları arasında farklılık olmasıdır. Bununla birlikte, bu çalışma sonucunda birbirine komşu bölgeler olan ED2 ve AD2, su özellikleri olarak birbirinden çok farklı olmadığı görülmüştür. Bu açıdan bakıldığında Ignatiades vd. (2002) ve Ediger vd. (1999) tarafından gerçekleştirilen her iki çalışmanın Rodos girdap bölgesine yakın olmakla birlikte birbirinden oldukça farklı derinlik değerleri sunduğu görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen öfotik derinlik aralığı ise önceden sunulan değerlerin arasında yer almaktadır. Bu durumun, yapılan çalışmaların belirli bir dönemi kapsamaması ve bu kısıtlı zaman aralığına özgü biyojokimyasal özelliklerden kaynaklı farklılıkları yansıtabileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada bulunan bu tanımlayıcı aralığın, kesintisiz uzun bir zaman serisi veri setinden elde edilmesinden dolayı, bölgeyi daha kapsamlı şekilde temsil edeceği düşünülmektedir.



Şekil 3. Öfotik derinliğin (Zeu) mevsim etkilerinden arındırılmış zaman serisi (kesikli ve noktalı) ile lineer (kesikli çizgi) ve lineer olmayan (düz çizgi) eğilimi.

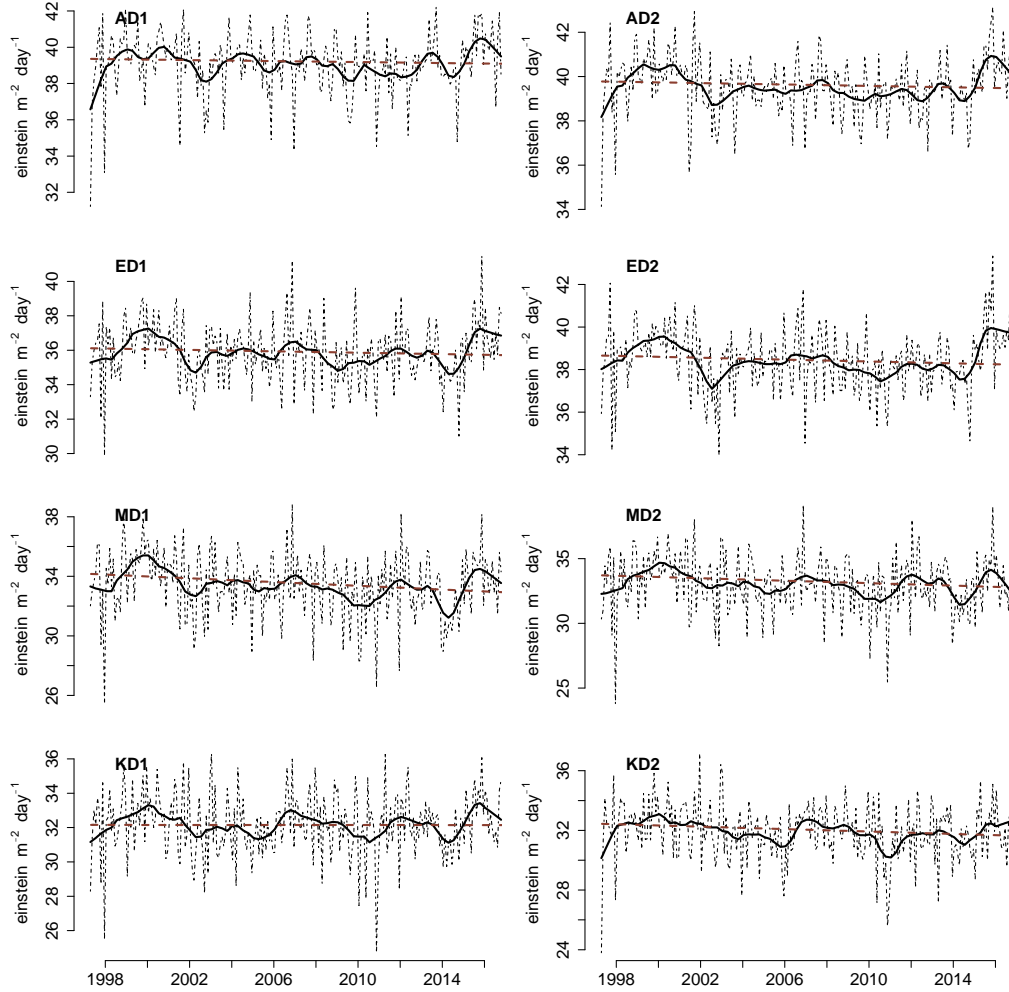
Denizde fotosentez için aktif ışığın sönümlenme katsayısı (KdPAR) üzerine yapılan çalışmalar öfotik derinlik çalışmalarına nazaran daha kısıtlıdır. Ediger ve Yılmaz (1996a) Türkiye'yi çevreleyen denizlerde KdPAR değerlerinin Karadeniz'de  $0,050 \text{ m}^{-1} - 0,160 \text{ m}^{-1}$ , Marmara Denizi'nde  $0,070 \text{ m}^{-1} - 0,352 \text{ m}^{-1}$  ve Akdeniz'de  $0,029 \text{ m}^{-1} - 0,079 \text{ m}^{-1}$  aralığında olduğunu bildirmiştir. Ignatiades vd. (2002) ise KdPAR değerlerinin Ege Denizi'nin kuzey ve güneyinde sırasıyla,  $0,051 \text{ m}^{-1} - 0,055 \text{ m}^{-1}$  ve  $0,037 \text{ m}^{-1} - 0,040 \text{ m}^{-1}$  arasında olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmaların sonuçları kıyaslandığında, farklı çalışmaların benzer bölgesel farklılıklara işaret ettiği gözlenmekle birlikte, bu çalışmanın veri setini oluşturan uydu görüntülerinden elde edilen sonuçların, sistematik bir şekilde daha yüksek değerler verdiği görülmüştür. Konu hakkında yapılan çalışmaların azlığı ve mevcut çalışmaların da kısıtlı zaman aralıklarını temsil etmesi bu farklılıkların muhtemel nedeni olarak değerlendirilmiştir. Buna rağmen, uzaktan algılamanın sağladığı yüksek alan ve zamansal çözünürlük, bu çalışmada kullanılan veri setini, deneysel biyo-optik modeller ile üretilen tahminlerden avantajlı kılmaktadır.

Öfotik derinlik ve KdPAR değişkenlerinin zaman serisindeki zıt yönlü artış ve azalış eğimleri, önemli ipuçları vermektedir. Özellikle, Karadeniz'deki yüksek öfotik derinlik artış eğiliminin (Şekil 3) direkt olarak KdPAR değerlerinin azalma eğiliminden (Şekil 4) kaynaklandığını işaret etmektedir. Bu durumun temelini OAM kompozisyonunun ve miktarlarının değişiminden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Bengil ve Mavruk, 2018). Benzer ilişkinin Marmara Denizi için anlamlı olmamasının nedeni ise dar su kolonuna sıkışmış olan OAM artışının, öfotik derinlik üzerinde tabakalı etki yaratması olabilir.



Şekil 4. Denizde fotosentez için aktif ışığın sönümlenme katsayısının (KdPAR) mevsim etkilerinden arındırılmış zaman serisi (kesikli ve noktali) ile lineer (kesikli çizgi) ve lineer olmayan (düz çizgi) eğilimi

PAR direkt olarak iklim ve atmosferle ilgili çalışmaların odak konusu olsa da, birincil üretimin enerji kaynağını oluşturmasından dolayı deniz araştırmaları için de önemli bir parametredir. PAR fiziksel-biyolojik modeller için önemli bir girdi oluşturmaktadır (Hamza vd., 2003; Bengil vd., 2016). Bu amaçla, Türkiye denizlerinin coğrafi konumları itibarıyla, deniz alanlarına ait değerlerin, istenilen zaman ve mekân ölçeğinde belirlenmesi bu çalışmada kullanılan veri seti ile mümkün olmuştur. Bulgular, denizlerdeki değişimin görünür ışıktaki artış ya da azalıştan öte, deniz içindeki unsurların dinamik yapılarından kaynaklandığını göstermiştir. Zaman serisi analizleri yalnızca MD1 bölgesinde azalış eğimi olduğunu göstermiştir (Şekil 5). Bununla birlikte, bölgedeki bu azalışın oldukça düşük bir değerde olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum rastlantısal olarak sistematik atmosferik koşulların etkisi ile olabileceği gibi istatistiksel yaklaşımdan kaynaklı da ortaya çıkmış olabilir.



**Şekil 5.** Fotosentez için aktif ışımının (PAR) mevsim etkilerinden arındırılmış zaman serisi (kesikli ve noktalı) ile linear (kesikli çizgi) ve linear olmayan (düz çizgi) eğilimi.

Sonuç olarak, bu bulgular ışığında Türkiye deniz alanlarında ışık yoğunluğunun değişiklik göstermediği, deniz suyundaki OAM'lerin ışık etkileşimindeki değişimleri belirlediği görülmektedir. Biyo-jeokimyasal çalışmalarda farklı özelliklere sahip deniz alanları için geliştirilmiş deneysel biyo-optik modellerden elde edilen parametreler yerine, önceki çalışmaların bulguları ile uyumlu olduğu tespit edilmiş olan uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen parametrelerin kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, gerçekleştirilecek fiziksel-biyolojik model çalışmalarında performansı geliştirmek amacıyla, birincil üretimin belirlenmesinde önemli olan, deniz ortamına giren görünür ışık enerjisi için gerekli parametrelerin (PAR, Kd, Zeu gibi), belirsizliği yüksek deneysel ilişkilerden türetilmesi yerine uzaktan algılama ile elde edilerek girdi olarak ya da asimilasyon amaçlı kullanımı da önem arz etmektedir. Bu yöntemin bir diğer avantajı ise ele alınan bölgelerde, herhangi

bir coğrafi konuma ait parametre elde edilebilmesinin yanında, 1 km<sup>2</sup> gibi oldukça yüksek çözünürlüğe sahip olduğundan, detaylı incelemelere olanak sağlamasıdır. Bu sayede, yapılan ölçümlerdeki farklılıkların yerel ölçekte fiziksel, kimyasal ya da biyolojik faktörlerden etkilenip etkilenmediğini de saptamak olanaklı hale gelmektedir. Bununla birlikte, düşük belirsizlik gerektiren hassas çalışmalarda uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen veri setlerinin kullanımının, yapılacak doğruluk analizlerine bağlı olacağı da unutulmamalıdır.

## KAYNAKLAR

- Akpınar, A., Yılmaz, E., Fach, B. A., & Salihoğlu, B. (2016). Physical oceanography of the Eastern Mediterranean Sea. In: Turan, C., Salihoğlu, B., Özgür Özbek, E., Öztürk, B. (Eds.), *The Turkish Part of the Mediterranean Sea; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Turkish Marine Foundation, İstanbul, 1-14.
- Bengil, F., & Mavruk, S. (2018). Bio-optical trends of seas around Turkey: An assessment of the spatial and temporal variability. *Oceanologia*, 60(4) <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2018.03.004>.
- Bengil, F., & Mavruk, S. (2019). Warming in Turkish seas: comparative multidecadal assessment. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 19(1), 51-57 [http://doi.org/10.4194/1303-2712-v19\\_1\\_06](http://doi.org/10.4194/1303-2712-v19_1_06)
- Bengil, F., McKee, D., Beşiktepe, S. T., Sanjuan Calzado, V., & Trees, C. (2016). A bio-optical model for integration into ecosystem models for the Ligurian Sea. *Progress in Oceanography*, 149, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.10.007>.
- Beşiktepe, S., T., Sur, H. I., Özsoy, E., Latif, M. A., Oğuz, T., & Ünlüata, Ü. (1994). The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography*, 34(4), 285-334, [http://dx.doi.org/10.1016/0079-6611\(94\)90018-3](http://dx.doi.org/10.1016/0079-6611(94)90018-3).
- Bronaugh, D., & Werner, A. (2013). zyp: Zhang + Yue-Pilon trends package.
- Cleveland, R. B., Cleveland, W.S., McRae, J.E., & Terpenning, I. (1990). STL: a seasonal-trend decomposition procedure based on loess. *Journal of Official Statistics*, 6(1), 3-73.
- Ediger, D., & Yılmaz, A. (1996a). Variability of light transparency in physically and biochemically different water masses: Turkish Seas. *Fresenius Environmental Bulletin*, 5(3), 133-140.
- Ediger, D., & Yılmaz, A. (1996b). Characteristics of deep chlorophyll maximum in the Northeastern Mediterranean with respect to environmental conditions. *Journal of Marine Systems*, 9, 291–303. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(96\)00044-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0924-7963(96)00044-9).
- Ediger, D., Tuğrul, S., Polat, S. C., Yılmaz, A., & Salihoğlu, I. (1999). Abundance and elemental composition of particulate matter in the upper layer of north-eastern Mediterranean. P. Malanotte-Rizzoli and V.N. Eremeev (eds), *The Eastern Mediterranean as a Laboratory Basin for the Assessment of Contrasting Ecosystems*, 241-266. 1999 Kluwer Academic Publishers, Printed in Netherlands.
- GlobColor (2017). GlobColor Product User Guide. GlobColor internet sitesinden, [http://www.globcolour.info/CDR\\_Docs/GlobCOLOUR\\_PUG.pdf](http://www.globcolour.info/CDR_Docs/GlobCOLOUR_PUG.pdf) adresinden alınmıştır.
- Hamza, W., Ennet, P., Tamsalu, R., & Zalesny, V. (2003). *Aquatic Ecology*, 37, 307. <https://doi.org/10.1023/A:1025836929341>.
- Hipel, K. W., & McLeod, A. I. (1994). Time Series Modelling of Water Resources and Environmental Systems, Elsevier, Amsterdam, 1013 pp.
- Ignatiades, L., Psarra, S., Zervakis, V., Pagou, K., Souvermezoglou, E., Assimakopoulou, G., & Gotsis-Skretas, O. (2002). Phytoplankton size-based dynamics in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 36(1-2), 11-28, [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-7963\(02\)00132-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-7963(02)00132-X).
- Kirk, J. T. O. (2011). *Light and photosynthesis in aquatic ecosystems*. Cambridge University Press (3rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. [http://doi.org/10.1016/0304-3770\(95\)90010-1](http://doi.org/10.1016/0304-3770(95)90010-1)
- Lee, Z., A. Weidemann, J. Kindle, R. Arnone, K. L. Carder, and C. Davis (2007). Euphotic zone depth: Its derivation and implication to ocean-color remote sensing, *Journal of Geophysical Research*, 112, C03009, doi:10.1029/2006JC003802
- Maritorena, S., & Siegel, D. A. (2005). Consistent merging of satellite ocean color data sets using a bio-optical model. *Remote Sensing of Environment*, 94(4), 429-440, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2004.08.014>.
- McLeod, A. I. (2011). Kendall: Kendall Rank Correlation and Mann- Kendall Trend Test.
- Morel, A. (2009). Are the empirical relationships describing the bio-optical properties of case 1 waters consistent and internally compatible? *Journal of Geophysical Research*, 114, C01016, doi:10.1029/2008JC004803.
- Oğuz, T., & Gilbert, D. (2007). Abrupt transitions of the top-down controlled Black Sea pelagic ecosystem during 1960-2000: evidence for regime-shifts under strong fishery exploitation and nutrient enrichment modulated by climate-induced variations. *Deep-Sea Research Part 1: Oceanographic Research Papers*, 54 (2), 220-242, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2006.09.010>.
- Oğuz, T., Tuğrul, S., Kıdeys, A., Ediger, V., & Kubilay, N. (2004). Physical and biogeochemical characteristics of the Black Sea. In: Robinson, A.R., Brink, H.K. (Eds.), *The Sea. Harvard Univ. Press*, 1331-1369.

- Örek, H., 2007. Bio-optical Characteristics of Turkish Seas. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pohlert, T. (2016). Package 'Trend': Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection. R Package. 26. , <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2633.4243>.
- R Core Team (2016). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria Available from: <http://www.R-project.org/> (accessed 15.11.16).
- Sen, P. K. (1968). Estimates of the regression based on Kendall's Tau. *Journal of American Statistical Association*, 63, 1379-1389.
- Tzortziou, M., Zeri, C., Dimitriou, E., Ding, Y., Jaffé, R., Anagnostou, E., Pitta, E., & Mentzafou, A. (2015). Colored dissolved organic matter dynamics and anthropogenic influences in a major trans-boundary river and its coastal wetland. *Limnology and Oceanography*, 60(4), 1222-1240, <http://dx.doi.org/10.1002/lno.10092>.
- Uysal, Z. (2006). Vertical distribution of marine cyanobacteria *Synechococcus* spp. in the Black, Marmara, Aegean, and eastern Mediterranean seas. *Deep-Sea Research Part II Topical Studies in Oceanography*, 53, 1976-1987. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2006.03.016>
- Yalçın, B., Artüz, M. L., Pavlidou, A., Çubuk, S., & Dassenakis, M. (2017). Nutrient dynamics and eutrophication in the Sea of Marmara: data from recent oceanographic research. *Science of the Total Environment*, 601-602, 405-424, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.179>.
- Yılmaz, A. (2002). Türkiye Denizlerinin Biyojeokimyası: Dağılımlar ve Dönüşümler. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 26, 219-235
- Yılmaz, A., Tuğrul, S. Polat, S. C, Ediger, D., Çoban, Y., & Morkoç, E. (1998). On the production, elemental composition (C, N,P) and distribution of photosynthetic organic matter in the Southern Black Sea. *Hydrobiologia*, 363, 141-156.
- Yılmaz, A., Yayla, M. K., Yıldız Y., & Tuğrul S. (2000). Primary production, availability/uptake of nutrients and photo-adaptation of phytoplankton in three interconnected regional seas: Black Sea, Sea of Marmara and Eastern Mediterranean. "JGOFs, Open Science Conference, Ocean Biogeochemistry: A New Paradigm", p.76.

## ***Oreochromis niloticus*'un Kas Dokusunda Glutathione S-Transferaz Aktivitesi, Glutasyon ve Protein Miktarı Üzerine Bakır ve Bakırın Kalsiyum Karışımlarının Etkisi**

Gülbin FİRİDİN<sup>id</sup>

Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Sorumlu Yazar: gulbinfiridin@gazi.edu.tr

**Araştırma Makalesi**

Geliş 08 Kasım 2018; Kabul 03 Nisan 2019; Basım 01 Haziran 2019.

**Alıntılama:** Firidin, G. (2019). *Oreochromis niloticus*'un kas dokusunda glutathione s-transferaz aktivitesi, glutasyon ve protein miktarı üzerine bakır ve bakırın kalsiyum karışımlarının etkisi. *Acta Aequatica Turcica*, 15(2), 181-187. <https://doi.org/10.22392/actaquaetr.480300>

### **Özet**

Bu çalışmada *Oreochromis niloticus*'un kas dokusunda glutasyon S-transferaz aktivitesi ile glutasyon ve protein miktarı üzerine bakır ve bakırın kalsiyum karışımlarının etkisi incelenmiştir. Balıklar 7, 14 ve 28 günlük sürelerle 0,1, 0,5 ve 1,0 ppm Cu ile kalsiyum karışımlarının 0,1 ppm Cu+1,0 ppm Ca, 0,5 ppm Cu+5,0 ppm Ca, 1,0 Cu ppm+10,0 ppm Ca etkisine maruz bırakılmıştır. Kas glutathione S-transferaz aktivitesi bakır ve bakırın kalsiyum karışımlarının etkisinde deney süresi boyunca kontrole göre azalma göstermiştir. Glutasyon miktarı 28. gün 0,1 ppm Cu+1,0 ppm Ca derişimi hariç diğer tüm derişimlerde kontrol grubuna göre artmıştır. Protein miktarı 7.gün 0,5 ppm Cu+5,0 ppm Ca derişimi hariç diğer tüm derişimlerde ve sürelerde kontrole göre azalış göstermiştir. Araştırma sonuçları bakır ve bakırın kalsiyum karışımlarının *O. niloticus*'un kas dokusunda glutathione S-transferaz aktivitesi ile glutasyon ve protein miktarının değişmesine neden olduğunu göstermiştir. Bu değişiklikler bakırın kalsiyum karışımlarının etkisinde bakırın tek başına etkisine göre daha az olmuştur.

**Anahtar kelimeler:**Bakır, kalsiyum, antioksidan, kas dokusu, *Oreochromis niloticus*

### **Effects of Copper and Its Mixtures of Calcium on Glutathione S-Transferase Activity, Levels of Glutathione and Protein in Muscle of *Oreochromis niloticus***

#### **Abstract**

In this study, the effects of copper and its calcium mixtures on glutathione S-transferase activity, levels of glutathione and protein were examined in the muscle of *Oreochromis niloticus*. The fish were exposed to 0.1, 0.5 and 1.0 ppm Cu and 0.1 ppm Cu+1.0 ppm Ca, 0.5 ppm Cu+5.0 ppm Ca, 1.0 Cu ppm+10.0 ppm Ca for periods of 7, 14 and 28 days. The activity of glutathione S-transferase in muscle showed decrease in the effect of copper and its calcium mixtures compared to the control period. Glutathione level increased in all concentrations with respect to the control group except for concentration of 0.1 ppm Cu+1.0 ppm Ca for 28 days. The results of the study revealed that copper and its mixtures of calcium caused a change in glutathione S-transferase activity and protein level in the muscle tissue of *O. niloticus*. These changes were less in the effect of copper calcium mixtures than the effect of copper alone.

**Keywords:** Copper, calcium, antioxidant, muscle tissue, *Oreochromis niloticus*

### **GİRİŞ**

Doğal dengeyi bozan kirleticiler arasında olan ağır metaller biyolojik olarak parçalanmazlar ve doğada birikerek organizmalara toksik etki yaparlar. Omurgalılar için önemli bir iz element olan bakır çok sayıda biyokimyasal reaksiyonlarda görev almaktadır (Lall, 2002). Bakırın yüksek derişimleri, doku ve organlarda birikime, besin zinciri aracılığı ile artan derişimlerde üst trofik düzeylere taşınmaya, metabolik ve fizyolojik olaylarda değişikliklere neden olmaktadır (Abbas ve Ali, 2007). Kalsiyum organizmalarda kasların kasılmasında, salgı hücrelerinin sekresyonunda, ekstraselüler protein ve enzimlerde kofaktör olarak görev almaktadır (Hunn, 1985).

Bir elementin toksisitesi kimyasal yapısına, konsantrasyonuna, ortamda bulunan diğer metallerle etkileşimine, fizikokimyasal faktörlere, dokuların işlevsel ve fizyolojik durumuna bağlı olarak değişebilmektedir (Karthikeyan vd., 2007).

Uzun süreli bakır etkisinde doku ve organlarda birikim, anatomik, morfolojik, metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda değişiklikler meydana gelmektedir (Handy, 2003).

Ağır metaller sucul organizmalarda, antioksidan savunma sistemlerini etkilemekte ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimine yol açarak oksidatif hasara neden olmaktadır (Liu vd., 2006; Monteiro vd., 2006). Antioksidan sistemler organizmada ROS'un detoksifikasyonunda rol almaktadırlar. Glutasyon S-transferaz (GST), hücrel bileşenleri çeşitli toksik etkilere ve oksidatif strese karşı korumada görevli sitozolik savunma sistemidir ve elektrofilik karbon, nitrojen veya sülfür atomu vererek glutasyonun molekülere nükleofilik bağlanmasını katalizlemektedir (Hayes vd., 2005). Glutasyon (GSH), düşük moleküler ağırlıklı bir antioksidandır ve organizmalarda oksidatif stres biyomarkırı olarak değerlendirilmektedir. Proteinler, hücre homeostasisini korumak için önemli fizyolojik olaylarda yer almaktadır. Bundan dolayı hücre proteinlerinin durumu, hücrenin fizyolojik fazlarını belirlemek için bir teşhis aracı olarak kullanılabilir (Karthikeyan ve Mani, 2014).

Kas dokusu metabolik aktivite bakımından solungaç, karaciğer ve böbrek gibi organlarla karşılaştırıldığında daha az aktiftir. Ancak balık kas dokusu besin zincirinde önemli bir besin kaynağı olması nedeniyle metal toksisite çalışmalarında belirteç olarak çalışılmaktadır (De La Torre vd., 2007).

Ağır metal etkisinde, balıkların biyokimyasal parametrelerindeki değişimler balığın fizyolojik durumu ile ortamdaki kirlilik düzeyini yansıtabilmektedir. Balıklar, sucul ekosistemlerdeki besin zincirinin önemli bir halkasını oluşturmakta ve önemli bir protein kaynağı olarak tüketilmektedir. Kemikli bir balık türü olan *O. niloticus* dünya genelinde yaygın bir şekilde bulunmakta olup çeşitli çevre faktörlerine karşı dirençli olması ve kolay yetiştirilebilmesi nedeniyle su ekosistemlerinin incelenmesi ve toksikolojik çalışmalar için iyi bir model oluşturmaktadır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Deneyde kullanılan *O. niloticus*'lar Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi balık yetiştirme havuzlarından alınarak laboratuvara getirilmiş ve dinlendirilmiş çeşme suyu bulunan akvaryumlar içerisinde iki ay süre ile bekletilerek ortam koşullarına adaptasyonları sağlanmıştır. Bu süre içerisinde balıklar ortalama 17,25±0,38 cm boy ve 32,85±0,37 g ağırlığa ulaşmıştır. Balıklar hazır balık yemi ile beslenmişlerdir.

Deney ortam suyunun kimyasal özellikleri; toplam sertlik 335,52± 3,28 mg/L CaCO<sub>3</sub>, pH 8.34±0.005, çözülmüş oksijen 7,84±0,24 mg/L, akvaryum ısı 22,06±0,62°C olarak ölçülmüştür.

Deneyler iki seri olarak yürütülmüştür. Balıklar birinci seride bakırın (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) 0,1, 0,5 ve 1,0 ppm derişimlerinin; ikinci seride ise bakırın kalsiyum karışımlarının 0,1 ppm Cu+1,0 ppm Ca (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O), 0,5 ppm Cu+5,0 ppm Ca, 1,0 Cu ppm+10,0 ppm Ca derişimlerinin etkisine 7, 14 ve 28 gün sürelerle bırakılmışlardır. Kontrol olarak dinlendirilmiş çeşme suyu kullanılmıştır.

Deneyler üç tekrarlı yapılmış ve deneme süresince 126 adet balık kullanılmıştır. Deneme süresi sonunda balıkların kas dokuları disekte edilmiş ve izotonik %0,59'luk soğuk NaCl çözeltisi ile yıkanmıştır. Dokular, analizleri yapılana kadar -80°C 'de saklanmıştır. GST aktivitesi ile GSH ve protein miktarlarının belirlenmesi için dokular üzerine ağırlıklarının 1/10'u oranında homojenizasyon tamponu eklenerek (250 mM sukroz, 20 mM Trizma-Baz, 1mM EDTA, pH: 7,8) 9500 rpm'de 1,5 dk süreyle buz üstünde homojenize edilmiştir. Homojenatlar 10.000 g'de +4°C'de 20 dk santrifüj edilmiş ve elde edilen süpernatantlarda GST (Habig vd., 1974), GSH (Anderson, 1985) ve protein miktarı (Lowry vd., 1951) spektrofotometrik olarak ölçülmüştür.

Analizlerden elde edilen verilerin istatistik analizi (Aritmetik Ortalama ± Standart Hata), IBM SPSS Statistics 20.0 paket programında yapılmıştır. Deney grupları arasındaki istatistiksel ayrımlar Tek Yönlü Varyans Analizi takiben çoklu karşılaştırma testlerinden Student – Newman Keul's (SNK) Testi kullanılarak belirlenmiştir.

## BULGULAR

Bakır ve bakırın kalsiyum karışımlarının etkisine 7, 14 ve 28 gün süreyle bırakılan *O. niloticus*'un kas dokusundaki GST aktivitesi ile GSH ve protein miktarlarındaki değişiklikler Tablo 1, 2 ve Şekil 1 de verilmiştir.

Kas GST aktivitesi bakır derişimlerinin etkisinde denenen tüm sürelerde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir oranda azalmıştır (P<0,005). 1.0 ppm Cu ve 1.0 ppm Cu+10.0 ppm Ca derişiminde

7, 14, 28. günlerde kontrole göre sırasıyla; %57 ve %69; %88,5 ve %36; %88,8 ve %50 oranlarında azalış olmuştur. 14. gün 1,0 ppm Cu+10,0 ppm Ca karışımı hariç tüm derişimlerde bu azalış istatistiksel olarak önemli olmuştur. 1.0 ppm Cu etkisinde 14 ve 28. günde 7. güne göre %75 ve %79 artış olmuştur. GST aktivitesinde 0,5 ppm Cu+5,0 ppm Ca etkisinde süreler arasında 28. günde 14. güne göre %154 oranında artış olurken ( $P<0,005$ ) diğer derişimlerde süreler arasında istatistiksel olarak önemli değişiklik olmamıştır ( $P>0,005$ ) (Tablo 1).

Kas GSH miktarı Cu ve Cu+Ca karışımının etkisinde kontrole göre artış göstermiştir. 0,5 ppm Cu hariç hiçbir derişimde süreler arasında önemli değişiklik olmamıştır ( $P>0,005$ ). 0,5 ppm Cu derişiminde GSH miktarı 14. ve 28. günde 7. güne göre %24 ve %161,9 oranında artmıştır ( $P<0,05$ ). GSH miktarında 28. günde 1,0 ppm Cu ve 1,0 ppm Cu+10,0 ppm Ca derişiminde kontrole göre sırayla 5 katlık ve 2 katlık artış kaydedilmiştir. GSH miktarı 0,1 ppm Cu derişiminde 7, 14 ve 28. günlerde kontrole göre sırasıyla %41, %34 ve %66; 0,5 ppm Cu ve 0,5 ppm Cu+5 ppm Ca derişimlerinde kontrole göre sırasıyla 7. günde %47,5 ve %10; 14. günde %61 ve %8,6; 28. günde %270 ve %45 oranında artmıştır ( $P<0,05$ ). Kas GSH miktarındaki artış 0,1 ppm Cu+1,0 ppm Ca derişimi hariç diğer tüm derişimlerde sürenin ilerlemesiyle artmıştır (Tablo 1).

Kas protein miktarı Cu ve Cu+Ca derişimleri etkisinde denenen her üç sürede kontrol grubuna göre azalmıştır. 28. günde kontrole göre sırasıyla 0,1 ppm Cu ve 0,1 ppm Cu+1,0 ppm Ca derişimlerinde %29,5 ve %31,9; 0,5 ppm Cu ve 0,5 Cu+5,0 ppm Ca derişimlerinde %68,5 ve %25; 1,0 ppm Cu ve 1,0 ppm Cu+10,0 ppm Ca derişimlerinde %68 ve %25 oranında azalmıştır ( $P<0,05$ ). 0,5 ppm Cu+5,0 ppm Ca karışımı hariç diğer derişimlerde süreler arasında istatistiksel olarak önemli değişiklik olmamıştır ( $P>0,005$ ).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Metaller balıklarda fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaların bütünlüğünü bozabilmekte ve böylece oksidatif stresi indükleyebilmektedir (Livingstone, 2003). Bakır ve bakırın kalsiyum karışımlarının etkisine 7, 14 ve 28 günlük süreyle bırakılan *O. niloticus* kas dokusunda kontrol grubuna göre GST aktivitesi ile GSH ve protein miktarlarında değişiklikler kaydedilmiştir. Bakır kalsiyum karışımları etkisinde bakırın tek başına etkisine göre daha az değişiklik belirlenmiştir.

*O. niloticus* ile yapılan bir çalışmada dokularda kadmiyum birikimi kalsiyum varlığında azalmıştır. Araştırmacılar bu azalmanın kalsiyumun su sertliğini yükseltmesinden ve sert sularda metallerin daha az aktif olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir (Çoğun ve Reyhan, 2016). *Fundulus heteroclitus* ile yapılan bir çalışmada tuzlu suyun bakır toksisitesini azalttığı ve bu durumun aynı bağlanma bölgeleri için bakır ve tuzlu sudaki katyonlar arasındaki rekabetin artmasından ve aynı zamanda tuzlu suyla etkileşen modifiye edilmiş bir solungaç fenotipinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. (Scott vd., 2008; Ransberry vd., 2015). Matsuo vd. (2004), kalsiyumun bakır toksisitesi üzerine antagonistik etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. *Pelteobagrus fulvidraco*'un solungaç, böbrek ve kas dokularında bakır birikimini kalsiyumun azalttığı ve bakır toksisitesine karşı kalsiyumun koruyucu etkisinin olduğu ileri sürülmüştür (Chen vd., 2012). Kalsiyumun solungaçlarda bakır bağlanma bölgeleri için bakır ile rekabet ettiği ve solungaçlardan kana bakırın tutulmasını ve transferini önlediği bildirilmektedir (Santore vd., 2001). Abdel-Tawwab vd. (2007), *O. niloticus* ile yaptıkları bir çalışmada kalsiyumun bakır toksisitesini azaltma kapasitesine sahip olduğunu göstermişlerdir.

Balıklar, kimyasalların ve diğer ksenobiyotiklerin parçalanmasından oluşan reaktif oksijen türlerinin (ROS) etkisine karşı savunma sistemine sahiplerdir (Ayanda vd., 2018) ve oksidatif stres altında antioksidan enzimleri kolayca indüklenebilir hale gelebilmektedir (Di Giulio vd., 1989).

GST ve GSH gibi antioksidan sistemler oksidatif strese neden olan ROS oluşumunu önlemek için önemlidirler (Tripathi vd., 2006). GST, GSH'ın çeşitli bileşiklere bağlanmasını kataliz etmekte ve reaktif bileşiklerin transportunu ve eliminasyonunu sağlamaktadır (Livingstone, 2003). Çalışılan tüm derişimlerde ve sürelerde bakır ve bakırın kalsiyum karışımlarının etkisinde kas GST düzeyi kontrole göre azalmıştır. Bu azalma tek başına bakır etkisinde daha fazla olmuştur. Enzim aktivitesindeki azalışlar enzim yapısındaki -SH gruplarına metalin bağlanmasından kaynaklanabilmektedir. Önceki çalışmalar bakır uygulamasının türe, konsantrasyona ve uygulama yöntemine bağlı olarak antioksidan enzim aktivitelerini ya aktive ettiğini ya da inhibe ettiğini göstermektedir (Sanchez vd., 2005). Pereira vd. (2013), endüstri atık sularının bırakıldığı bölgelerden alınan çeşitli balık türleriyle (*Luciobarbus*



*bocagei*, *Squalius carolitertii* ve *Pseudochondrostoma* sp.) yaptıkları bir çalışmada solungaç GST aktivitesinin kirlilik yoğunluğunun artmasına bağlı olarak arttığını göstermişlerdir. Bakır uygulamasının *Rhamdia quelen* dokularında biyotransformasyonu ve antioksidan kapasiteyi etkilediği gösterilmiştir (Mela vd., 2013). *Prochilodus lineatus* ile yapılan bir çalışmada ise bakır etkisinde karaciğer dokusu GST aktivitesi ve GSH miktarı değişmemiştir (Simonato vd., 2016).

Oksiradikal temizleyicisi olan GSH, organizmaların detoksifikasyon yeteneğinde çok önemli bir indikatör olabilmektedir (Sun vd., 2006). Balık hücreleri metal gibi bazı kirleticilere maruz kaldığında genellikle onları doğrudan GSH ile bağlayarak uzaklaştırmaya çalışmaktadır. GSH kadmiyum gibi metalleri de içeren ksenobiyotiklere karşı antioksidan sistemin ilk basamağını oluşturmaktadır (Santovito vd., 2012). Sülfidril grubunun metalle doğrudan bağlanması GSH düzeyinin azalmasının nedeni olduğu ileri sürülmektedir (Elia vd., 2003). Kas GSH miktarı denenen tüm sürelerde ve metal karışımlarının etkisinde kontrole göre artış göstermiştir. Bu durumun metal etkisinde oluşan oksidatif strese karşı balığı korumak için savunma sisteminin artmasından kaynaklanabildiği düşünülmektedir. Kadmiyum etkisinin *Carassius auratus*'un karaciğer dokusunda GSH miktarını artırdığı bildirilmiştir (Qu vd., 2014).

Proteinler enerji üretimi ve metal detoksifikasyonunda görev almakta ve toksisite sırasında metabolik olaylardaki değişiklikleri yansıtmaktadır. Balıklar, ağır metal ve stres etkisi altında enerji gereksinimlerini karbonhidrat ve proteinlerden sağlamaktadırlar (Vijayan vd., 1997). Bu çalışmada kas protein miktarı denenen tüm derişimlerde ve sürelerde kontrole göre azalma göstermiştir. Torre vd. (2000), dokularda protein düzeyinin azalmasını balıkların metal etkisinde oluşan stresi yenmek için gerekli olan enerjiyi, protein katabolizmasının stimülasyonu ile sağlamasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. *Cyprinus carpio* ile yapılan bir çalışmada protein miktarının azalmasının, kas doku proteinlerinin katabolik ürünlerinin karaciğerdeki protein sentezinde kullanılmasından ve bu amaçla serbest amino asitlerin dolaşım sistemine geçmesinden olabileceği ileri sürülmüştür (Cicik, 1995). Çeşitli balık türleri ile yapılan çalışmalarda metallerin kas protein derişimini azalttığı belirlenmiştir (Almeida vd., 2001; Mohamed ve Gad, 2008). *Clarias lazera* ile yapılan bir çalışmada bakırın ortam derişimindeki artışına bağlı olarak kas total protein derişimini azalttığını ve bu durumun metal etkisinde artan enerji ihtiyacının kas proteinlerinin mobilizasyonu ile sağlanmasından ya da metalin alınıp, taşınım ve depolanmasında görev alan proteinlerin sentezi için gerekli amino asitlerin, kas proteinlerinin yıkımı ile karşılanmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Arslan, 2006). Çiftçi ve Cicik (2011), çeşitli balık türleriyle yaptıkları bir çalışmada krom etkisinde dokulardaki protein miktarına bakmışlardır. İncelenen türlerde total protein düzeyi ortam derişimi ve etkide kalma süresindeki artışa bağlı olarak azalmıştır. Kadmiyum, bakır ve bu metallerin karışımlarının etkisine bırakılan *O. niloticus*'un kas dokularında protein düzeyi kontrole göre önemli bir şekilde düşüş göstermiştir (El-Serafy vd., 2013). Bakır etkisinde *C. carpio*'da karaciğer protein düzeyi artarken kas dokusu protein düzeyi azalmıştır (Cicik vd., 2004). *Cirrhinus mrigala* balığı ile yapılan bir çalışmada balık kas dokusunda protein miktarı nikel ve krom etkisinde azalmıştır (Karthikeyana ve Mani, 2014).

Sonuç olarak çalışılan parametrelerde tüm deney süresince kalsiyumun bakır etkisini azalttığı belirlenmiştir. Bu durumun metal karışımlarının GST aktivitesi ile GSH ve protein miktarlarına etkisinin, bu iki metalin proteinlerdeki bağlanma bölgelerindeki ya da solungaçlardaki alınıp bölgelerindeki rekabetinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Akvatik ortamda metal toksisitesinin çalışılması sucul ekosistemin dengesi, geleceği ve su ürünlerinin sürdürülebilirliği bakımından oldukça önemlidir. Doğal ve laboratuvar ortamında farklı indikatörlerin araştırılmasıyla, konunun daha derin incelenmesinin sağlanabileceği düşünülmektedir.

**Tablo 1.** Bakır ve bakır kalsiyum karışımlarının etkisine 7, 14 ve 28 gün sürelerle bırakılan *O. niloticus*'un kas dokusunda GST aktivitesi (U/mg protein).

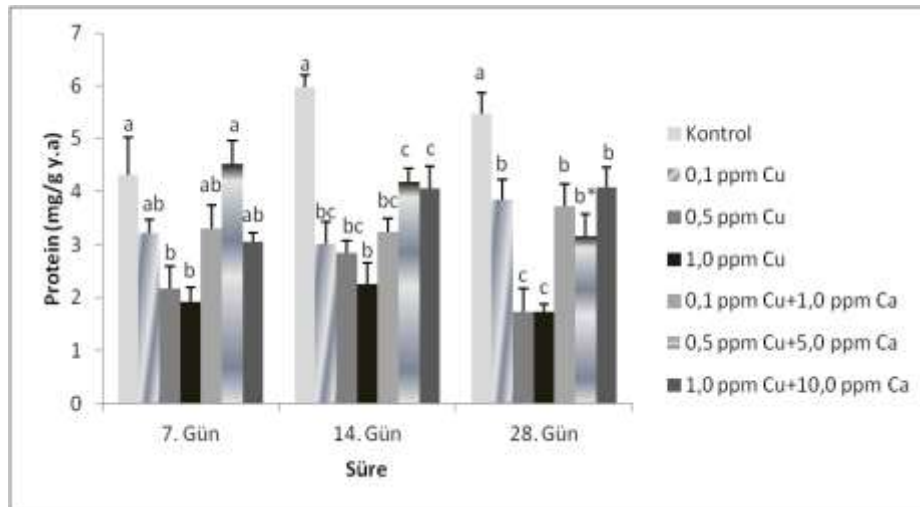
Metal konsantrasyonları (ppm)	Süre		
	7. Gün	14. Gün	28. Gün
Kontrol	4,315+0,430 ax	3,954+0,927 ax	3,424+0,519 ax
0,1 ppm Cu	1,734+0,340 bx	2,054+0,375 abx	1,454+0,378 bx
0,1 ppm Cu+1,0 ppm Ca	2,159+0,545 bx	1,032+3,50 bx	1,673+0,418 bx
Kontrol	4,315+0,430 ax	3,954+0,927 ax	3,424+0,519 ax
0,5 ppm Cu	1,056+0,438 bx	0,91+0,332 bx	0,835+0,537 bx
0,5 ppm Cu+5,0 ppm Ca	1,039+0,290 bx	1,022+0,283 bx	2,601+0,236 ay
Kontrol	4,315+0,430 ax	3,954+0,927 ax	3,424+0,519 ax
1,0 ppm Cu	1,844+0,483 bx	0,455+0,041 by	0,385+0,206 by
1,0 Cu ppm+10,0 ppm Ca	1,325+0,097 bx	2,521+0,396 ax	1,710+0,306 cx

a, b, c harfleri konsantrasyonlar; x, y harfleri ise süreler arası ayrımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0,05 düzeyinde istatistik ayrım vardır. (SNK; X+sx)

**Tablo 2.** Bakır ve bakır kalsiyum karışımlarının etkisine 7, 14 ve 28 gün sürelerle bırakılan *O. niloticus*'un kas dokusunda GSH miktarı (µM/mg protein).

Metal konsantrasyonları (ppm)	Süre		
	7. Gün	14. Gün	28. Gün
Kontrol	0,491+0,047 ax	0,557+0,050 ax	0,512+0,037 ax
0,1 ppm Cu	0,694+0,037 ax	0,748+0,042 bx	0,851+0,067 bx
0,1 ppm Cu+1,0 ppm Ca	0,593+0,060 ax	0,692+0,026 abx	0,459+0,068 ax
Kontrol	0,491+0,047 ax	0,557+0,050 ax	0,512+0,037 ax
0,5 ppm Cu	0,724+0,055 bx	0,898+0,043 by	1,896+0,337 by
0,5 ppm Cu+5,0 ppm Ca	0,543+0,040 ax	0,605+0,272 ax	0,744+0,090 ax
Kontrol	0,491+0,047 ax	0,557+0,050 ax	0,512+0,037 ax
0,5 ppm Cu	0,724+0,055 bx	0,898+0,043 by	1,896+0,337 by
0,5 ppm Cu+5,0 ppm Ca	0,543+0,040 ax	0,605+0,272 ax	0,744+0,090 ax

a, b, c harfleri konsantrasyonlar; x, y harfleri ise süreler arası ayrımı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında P<0,05 düzeyinde istatistik ayrım vardır. (SNK; X+sx)

**Şekil 1.** Bakır ve bakır kalsiyum karışımlarının etkisine 7, 14 ve 28 gün sürelerle bırakılan *O. niloticus*'un kas dokusunda protein miktarı (mg/g y.a)

**KAYNAKLAR**

- Abbas, H., H., & Ali, F. K. (2007). Study the effect of hexavalent chromium on some biochemical, citotoxicological and histopathological aspects of the *Oreochromis* spp. *Fish. Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10, 3973-3982. doi: 10.3923/pjbs.2007.3973.3982
- Abdel-Tawwab, M., Abdelghany, A. E., & Ahmad, M. H. (2007). Effect of feed supplementation on water properties, phytoplankton community structure and the growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), common carp, *Cyprinus carpio* L., and silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* V. Polycultured in fertilized earthen ponds. *Journal of Applied Aquaculture*, 19, 1-24. doi: 10.1300/J028v19n01\_01
- Almeida, J. E., Novelli, M., Silva, D. P., & Junior, R. (2001). Environmental cadmium exposure and metabolic responses of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Environmental Pollution*, 114, 169-175. doi: 10.1016/S0269-7491(00)00221-9
- Anderson, M. E. (1985). Determination of glutathione and glutathione disulfide in biological samples. *Methods in Enzymology*, 113, 548-555.
- Arslan, M., (2006). Farklı ortam derişimlerdeki bakırın, *Clarias lazera* (Valenciennes, 1840)'DA nicel protein, glikojen ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Mersin.
- Ayanda, I. O., Olasehinde, G. I., & Ajayi, A. A. (2018). Toxicity of sublethal concentrations of glyphosate and paraquat herbicide in the African catfish (*Clarias gariepinus*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 20 (6), 1359-1364. doi: 10.17957/IJAB/15.0642
- Chen, Q. L., Luo, Z., Zheng, J. L., Li, X. D., Liu, C. X., Zhao, Y. H., & Gong, Y. (2012). Protective effects of calcium on copper toxicity in *Pelteobagrus fulvidraco*: copper accumulation enzymatic activities, histology. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 76, 126-134. doi: 10.1016/j.ecoenv.2011.10.007
- Cicik, B., Ay, Ö., & Karayakar, F. (2004). *Cyprinus carpio* (L.)' da bakırın kas ve karaciğer dokularındaki birikiminin total protein derişimi üzerine etkileri *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 2(12), 26-31.
- Cicik, B. (1995). *Cyprinus carpio*'da Bakır, çinko ve bakır + çinko karışımında solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki metal birikiminin nicel protein, glikojen ve kandaki bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Biyoloji ABD, Adana, 107 s.
- Çiftçi, N., & Cicik, B. (2011). Krom (VI)'nın *Oreochromis niloticus*, *Cyprinus carpio*, *Clarias gariepinus* ile *Callinectes sapidus*'un Dokularında Birikimi, Protein ve Glikojen Düzeylerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 7(2), 37-55.
- Çoğun, H., Y., & Reyhan, İ. Ç. (2016). Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) balığı dokularında kalsiyum ve zeolitin kadmiyum birikimine etkisi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1), 41-46. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.1.07
- Torre, F., Salibian, A., & Ferrari, L. (2000). Biomarkers assessment in juvenile *Cyprinus carpio* exposed to waterborne cadmium. *Environmental Pollution*, 109, 277-282. doi:10.1016/S0269-7491(99)00263-8
- De La Torre, F., Salibian, A., & Ferrari, L. (2007). Assessment of the pollution impact on biomarkers of effect of a freshwater fish. *Chemosphere*, 68, 1582-1590. doi: 10.1016/j.chemosphere.2007.02.033
- Di Giulio, R.T., C.S. Jewell, P.C. Washburn, R., Wenning, J., & Winston, G.W. (1989). Biochemical responses in aquatic animals: a review of determinants of oxidative stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 8, 1103 - 1123.
- El-Serafy, S. S., Zowail M. E, Abdel-Hameid, N. H., Awwad, M. H., & Omar, E.H. (2013). Effect of dietborne Cu and Cd on body indices of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) with emphasis on protein pattern. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 593-602. doi: 10.4194/1303-2712-v13\_4\_04
- Elia, A. C., Galarini, R., Taticchi, M. I., & Dorr, A. J. M. (2003). Mantilacci L. Antioxidant responses and bioaccumulation in *Ictalurus melas* under mercury exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 55, 162-167. doi: 10.1631/jzus.B0710624
- Habig, W. H., Pabst, M. J. & Jakoby, W. B. (1974). Glutathione S- transferases the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Journal of Biological Chemistry*, 249, 7130-7139.
- Handy, R. D. (2003). Chronic effects of copper exposure versus endocrine toxicity: two sides of the same toxicological proces, *Comparative Biochemistry and Physiology - Part A*, 135, 25-38. doi: 10.1016/S1095-6433(03)00018-7
- Hayes, J. D., Flanagan, J. U. & Jowsey, I. R. (2005). Glutathione transferases. *Annual Reviews. Pharmacology and Toxicology*, 45, 51-88. doi: 10.1146/annurev.pharmtox.45.120403.095857
- Hunn, J. B. (1985). Role of calcium in gill function in freshwater fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 82A, 543-547.
- Karthikeyan, S. & Mani, P. (2014). Effect of heavy metals on tissue protein of an edible fish *Cirrhinus mrigala* as dependent on pH and water hardness, *Biophysics*, 59(59),321-325. doi: 10.1134/S0006350914020110
- Karthikeyan, S., Palaniappan P. L. R. M., & Sabhanayakam, S. (2007). Influence of pH and water hardness upon nickel accumulation in edible fish *Cirrhinus mrigala*. *Journal of Environmental Biology*, 28(2), 489-492.

- Lall, S.P. (2002). The minerals. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), *Fish Nutrition*. Academic Press, London, p. 289.
- Liu, Y., Zhang, Y., Liu J., & Huang, D. (2006). The role of reactive oxygen species in the herbicide acetachlor-induced DNA damage on *Bufo-raddei* tadpole liver. *Aquatic Toxicology*, 78, 21-26. doi: 10.1016/j.aquatox.2006.01.016
- Livingstone, D.R. (2003). Oxidative stress in aquatic organisms in relation to pollution and aquaculture. *Revue De Medecine Veterinaire*, 154, 427–430.
- Lowry, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L., & Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 266-275.
- Matsuo, A.Y.O., Playle, R.C., Val, A.L., & Wood, C.M., (2004). Physiological action of dissolved organic matter in rainbow trout in the presence and absence of copper: sodium uptake kinetics and unidirectional flux rates in hard and softwater. *Aquatic Toxicology*, 70, 63–81. doi: 10.1016/j.aquatox.2004.07.005
- Mela, M., Guiloski, I. C., Doria, H. B., Rabbito, I. S. Silva, C. A. Maraschi, A. C., Prodocimo, V., Freire, C.A., M. A. F. Randi, C. A., Oliveira Ribeiro, H. C., & Assis S. (2013). Risks of waterborne copper exposure to a cultivated freshwater Neotropical catfish (*Rhamdia quelen*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 88, 108-116. doi: 10.1016/j.ecoenv.2012.11.002
- Mohamed, F.A., & Gad, N.S., (2008). Environmental pollution induced biochemical changes in tissues of *Tilapia zillii*, *Solea vulgaris* and *Mugil capito* from Lake Qarun, *Egypt Global Veterinaria*, 2(6), 327-336
- Monteiro, D. A., J. A. D. Almeida, F., Rantin, T., & A.L. Kalinin, (2006). Oxidative stress biomarkers in the freshwater characid fish *Brycon cephalus*, exposed to organophosphorus insecticide Folisuper 600 (Methyl parathion). *Comparative Biochemistry and Physiology - Part C: Toxicology*, 143, 141 - 149. doi: 10.1016/j.cbpc.2006.01.004
- Pereira, S., Pinto, A.L., Cortes, R., Fontainhas-Fernandes, A., Coimbra, A., & Monteiro. S. (2013). Gill histopathological and oxidative stress evaluation in native fish captured in Portuguese northwestern rivers. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 90, 157-166. doi: 10.1016/j.ecoenv.2012.12.023
- Ransberry, V. E., Morash, A. J., Blewett, T. A., Wood, C. M., & McClelland, G. B. (2015). Oxidative stress and metabolic responses to copper in freshwater- and seawater-acclimated Killifish, *Fundulus heteroclitus*. *Aquatic Toxicology*, 161, 242–252. doi: 10.1016/j.aquatox.2015.02.013
- Sanchez, W, Palluel, O, Meunier, L, Coquery, M, Porcher, J.M., & Aitssa S. A. (2005). Copper-induced oxidative stress in three-spined stickleback: relationship with hepatic metal levels. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19, 177-183. doi: 10.1016/j.etap.2004.07.003
- Santore, R.C., Di Toro, D. M., Paquin, P. R., Allen, H. E., & J. S. Meyer (2001). Biotic ligand model of the acute toxicity of metals. 2. Application to acute copper toxicity in freshwater fish and *Daphnia*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20, 2397-2402. doi: 10.1002/etc.5620201035
- Santovito, G., Piccinni, E., Boldrin F., & Irato, P. (2012). Comparative study on metal homeostasis and detoxification in two Antarctic teleosts. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 155, 580–586. doi: 10.1016/j.cbpc.2012.01.008
- Scott, G.R., Baker, D.W., Schulte, P.M., & Wood, C.M. (2008). Physiological and molecular mechanisms of osmoregulatory plasticity in killifish after seawater transfer. *Journal of Experimental Biology*, 211, 2450–2459. doi: 10.1242/jeb.017947
- Simonato, J. D., Mela, M., Doria, H. B., Guiloski, I. C., Randi, M. A. F., Carvalho, P. S. M., Meletti, P. C., Silva de Assis, H. C., Bianchini, A., & Martinez C.B.R. (2016). Biomarkers of waterborne copper exposure in the Neotropical fish *Prochilodus lineatus*. *Aquatic Toxicology*, 170, 31-41. doi: 10.1016/j.aquatox.2015.11.012.
- Sun, X., Shih, A.Y., Johannssen, H.C., Erb, H., Li, P., & Murphy, T.H. (2006). Two-photon imaging of glutathione levels in intact brain indicates enhanced redox buffering in developing neurons and cells at the cerebrospinal fluid and blood-brain interface. *Journal of Biological Chemistry*, 23(25), 281doi: 17420-31. 10.1074/jbc.M601567200
- Tripathi, B.N., Mehta, S.K., Amar, A., & Gaur, J.P. (2006) Oxidative stress in *Scenedesmus sp.* during short-and long-term exposure to  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$ . *Chemosphere*, 62, 538–544. doi: 10.1016/j.chemosphere.2005.06.031
- Qu, R., Wang, X., Wang, Z., Wei, Z., & Wang, L. (2014). Metal accumulation and antioxidant defenses in the freshwater fish *Carassius auratus* in response to single and combined exposure to cadmium and hydroxylated multi-walled carbon nanotubes. *Journal of Hazardous Materials*, 30(275),89-98. doi: 10.1016/j.jhazmat.2014.04.051
- Vijayan, M. M., Pereira, C., Grau, E. G., & Iwama, G.K. (1997). Metabolic responses associated with confinement stress in tilapia; the role of cortisol. *Journal of Biochemistry and Physiology C*, 116 (1), 89-95. doi: 89-85. 10.1016/S0742-8413(96)00124-7

## Seasonal Variation in Planktonic Microcrustacea (Copepoda, Cladocera) Diversity in Kadıköy Reservoir (Edirne/Turkey)

Hüseyin GÜHER<sup>ORCID</sup>

Trakya University, Faculty of Science, Department of Biology, 22030, Edirne- Turkey

Corresponding Author: [huseying@trakya.edu.tr](mailto:huseying@trakya.edu.tr)

Research Article

Received 19 November 2018; Accepted 27 December 2018; Release date 01 June 2019.

**How to Cite:** Güher, H. (2019). Seasonal variation in planktonic microcrustacea (Copepoda, Cladocera) diversity in Kadıköy Reservoir (Edirne/Turkey). *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 188-196. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.484963>

### Abstract

This study was carried out to determine the diversity, abundance and seasonal distribution of microcrustacea (Cladocera, Copepoda) in Kadıköy Reservoir. For this purpose, microcrustacea and water samples were taken at monthly intervals from March 2010 to February 2011 in three different stations from the reservoir. As a result of qualitative and quantitative analyses of the samples, a total of 27 taxa, 19 taxa from Cladocera and 8 taxa from Copepoda were identified. The quantitative evaluation of the samples revealed an average value of 51463 ind/m<sup>3</sup> in the reservoir. The annual average values according to the groups were 33766 ind/m<sup>3</sup> (66%) for Cladocera and 17697 ind/m<sup>3</sup> (34%) for Copepoda. According to the water quality standards, the temperature, pH, nitrate nitrogen, sulphate and phosphate were found at first and second quality levels. In terms of dissolved oxygen the water was found at first quality level, nitrite nitrogen was found between second and third quality levels. Microcrustacea fauna and physicochemical parameters were evaluated together and the reservoir was concluded to be a meso-eutrophic water body

**Keywords:** Microcrustacea, diversity, seasonal distribution, water quality, reservoir

### Kadıköy Barajı'nın (Edirne/Türkiye) Planktonik Microcrustacea (Copepoda, Cladocera) Faunası ve Mevsimsel Değişimi

#### Özet

Bu araştırma Kadıköy baraj gölünün planktonik Microcrustacea (Cladocera, Copepoda) faunasını ve mevsimsel dağılımını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla baraj gölünde belirlenen üç istasyonda Mart 2010-Şubat 2011 tarihleri arasında aylık periyotlar halinde plankton ve su örnekleri alınmıştır. Plankton örneklerinin kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesi sonucunda Cladocera'da 19 Copepoda'da 8 tür bulunurken baraj gölünde yıllık ortalama 51463 birey/m<sup>3</sup> microcrustacea bulunmuştur. Bu organizmalardan 33766 birey/m<sup>3</sup> (%66) Cladocera ve 17697 birey/m<sup>3</sup> (%34) Copepoda grubuna aittir. Kadıköy baraj gölünde ölçülen çevresel parametreler Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş ve göl suyu su sıcaklığı, pH, Nitrat, Sulfat ve Fosfat açısından I ila II; Çözünmüş oksijen açısından I; Nitrit açısından III ila IV sınıf su kalitesi arasında değiştiği tespit edilmiştir. Baraj gölünde tespit edilen Microcrustacea faunasının yapısına ve ölçülen fizikokimyasal parametrelere göre baraj gölünün mezo-ötrofik karakterde olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Microcrustacea, tür çeşitliliği, mevsimsel dağılım, su kalitesi, baraj gölü

## INTRODUCTION

Zooplankton communities occupy a central place in food webs in fresh water ecosystems regulating the flow of matter and energy to higher-level consumers from primary producers (Wetzel, 2001). Zooplanktonic organisms are bioindicators of water quality and pollution levels because they are strongly influenced by environmental changes and respond quickly to changes in ecosystem quality (Gannon and Stemberger, 1978).

The typical zooplankton communities of an aquatic ecosystem are usually made up of Protozoa, Rotifera and Planktonic microcrustacea (Copepoda, Cladocera) (Rocha et al., 1999). Cladocera which known as water fleas are tiny aquatic crustaceans and are mostly filter-feeders, gathering phytoplankton or detritus from the water column (Negrea, 1983). They are highly sensitive to pollutants and therefore serve as good biological indicators of water pollution. Copepoda are also known as the most abundant zooplankton in the fresh water ecosystems.

Few species are predatory that are carnivorous even as immature stages (copepodites) (Lampert and Sommer, 2007).

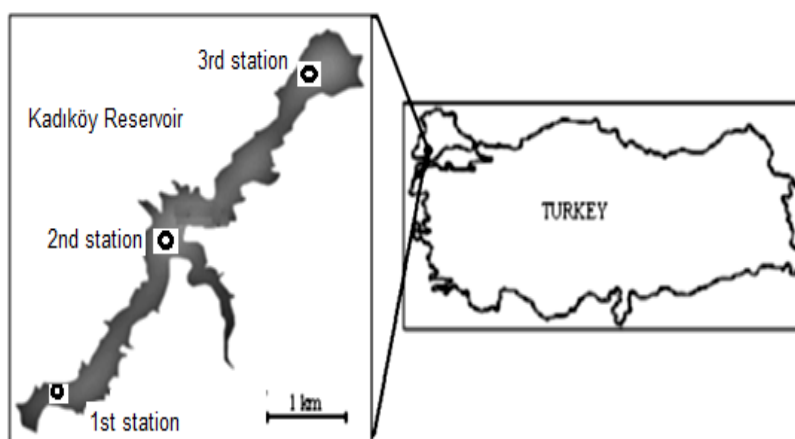
The zooplankton community, an important element in freshwater ecosystems, generally exhibits dramatic changes in response to changes in the physico-chemical properties of the aquatic environment. Hence zooplankton association, abundance, seasonal variation, richness and diversity can be used as for the assessment of water pollution and for lake management applications. Therefore, studies on seasonal variations of the planktonic microcrustacea (Cladocera and Copepoda) in aquatic ecosystems are very important. A number of studies have been carried out to examine the distribution and diversity of microcrustacea (Cladocera and Copepoda) in inland waters, especially in dam lakes and lakes in Turkey among which some reported a great deal of microcrustacea data for Turkish reservoirs (Alper et al., 2007; Özdemir Mis et al., 2009; Buyurgan et al., 2010; Yıldız, 2012; Saler and Alış, 2014; Bulut and Saler, 2014; Saler et al., 2017; Saler, 2017; Özdemir Mis and Ustaoglu, 2018). But the planktonic microcrustacea (Cladocera and Copepoda) of Kadıköy reservoir has not been studied so far. The only study carried out by Öterler (2013) and Elipek et al. (2017) who studied the phytoplankton composite, water quality, respectively, in the Kadıköy reservoir. The aim of this study is to determine the Cladocera and Copepoda fauna, abundance, seasonal distribution of Kadıköy reservoir and to determine some environmental parameters.

## MATERIALS AND METHODS

### The Study Area

The Kadıköy Reservoir is situated 20 km south-east of Keşan district in Edirne province. It was built for flood control and irrigation purposes and also provides drinking and domestic water of Keşan district. It has a maximum depth of 20 m and a surface area of 6.2 km<sup>2</sup>. Although the reservoir is fed mainly by the Doğanca Stream, it is also replenished by other small streams in the region and rainfall (Figure 1).

The present study was performed at the reservoir in monthly intervals from March 2010 to February 2011. Three sampling stations were determined in the reservoir and the plankton samples in each were collected with the Hensen type plankton net (mesh size 55 µm) vertically up to the surface from the bottom point. Collected samples were immediately preserved in 4% formaldehyde and brought to the laboratory for further analyses. In the laboratory, samples were identified at species level according to Goulden-Fery (1963), Flössner (1972), Smirnov (1974), Margaritora (1983), Korinek (1987), Kaya and Altındağ (2006), Forro et al. (2008) for Cladocera and Dussart (1967, 1969), Kiefer (1978), Apostolov- Marinov (1988), Boxshall and Defaye (2008) for Copepoda. The counting of the samples was made according to Wetzel (2001) using an Olympus inverted microscope. Densities are presented as the number of individuals per cubic meter (ind/m<sup>3</sup>). Some physicochemical parameters (water temperature, light permeability, conductivity, pH and dissolved oxygen) were measured on site simultaneously with the sampling time. A Ruttner water sampler was used for water samplings in order to determine other physical-chemical features of the reservoir water in the laboratory. The analysis was done in laboratories of Trakya University Technology Research Development Application and Research Center.



**Figure 1.** Location of Kadıköy reservoir and the sampling stations.

Margalef Index was used to determine the species richness (Jaccard, 1912; Margalef, 1958) and Shannon-Weaver index (Shannon and Weaver, 1949) was used to determine the species diversity of planktonic microcrustacea (Cladocera and Copepoda) in the reservoir. Pearson Correlation was used to determine the relationship of Cladocera and Copepoda groups with each other and with environmental parameters (Krebs, 1999).

## RESULTS

### Physical and Chemical Variables

The minimum and maximum values of the physico-chemical parameters measured in the reservoir are given in Table 1. The comparison of the results of physico-chemical analyses with National Standard for Turkish inland water revealed that comparison temperature, pH, Nitrate nitrogen, Sulphate, Phosphate were found at first and second quality level. In terms of dissolved oxygen the water was found at first quality level, Nitrite nitrogen was found between second and third quality levels and Biological oxygen demand was found at third and fourth quality levels (Anonymous, 2015).

**Table 1.** The measurement data of physico-chemical parameters, minimum, maximum and average values were given for all measured parameter.

	Min.	Max.	Average
Water temperature (°C)	2.00	29.00	16.48 ± 10.027
Dissolved oxygen (mg/L)	3.40	15.73	7.65 ± 3.813
Light permeability (cm)	36.3	105.0	71.6 ± 22.958
pH	7.53	8.63	8.29 ± 0.283
Conductivity (µS/cm)	388.00	613.67	523.03 ± 88.695
Biological oxygen demand (mg/L)	11.80	64.57	41.00 ± 19.617
Nitrate nitrogen (mg/L)	0.00	9.89	3.49 ± 2.934
Nitrite nitrogen (mg/L)	0.00	0.09	0.05 ± 0.029
Ortho-phosphate (mg/L)	0.000	0.068	0.010 ± 0.020
Sulphate (mg/L)	0.43	1.60	1.10 ± 0.368
Salinity (‰)	0.070	0.100	0.082 ± 0.010
Chloride (mg/L)	18.99	33.32	27.02 ± 4.228
Total hardness (FH)	11.00	30.00	23.79 ± 4.705
Calcium (mg/L)	24.53	61.70	39.69 ± 9.326
Magnesium (mg/L)	9.93	44.83	34.84 ± 9.840

### Cladocera and Copepoda Community Structure

As a result of the qualitative evaluation of the samples, 19 Cladocera and 8 Copepoda species were found in Kadıköy reservoir during the study period (Table 2). In addition, Cyclopoid copepodites, Harpacticoid copepodites and Nauplius larvae have been found. When the sampling months were evaluated in terms of species diversity, the highest number of species were found in May (12 Cladocera, 7 Copepoda species) followed by June (7 Cladocera, 3 Copepoda) and December (5 Cladocera, 3 Copepoda), while the lowest species number was found in August (2 Cladocera, 2 Copepoda) and October (3 Cladocera 1 Copepoda). *Moina micrura*, *Daphnia pulex*, *Macrothrix laticornis*, *Macrothrix hirsuticornis*, *Leydigia leydigi*, *Disparalona rostrata*, *Alona quadrangularis*, *Leptodora kindtii*, *Megacyclops viridis*, *Eucyclops serrulatus* were sampled only in one month during the study. The most common species in the reservoir were *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia quadrangula* and *Chydorus sphaericus* from Cladocera found in all sampling months. In addition, *Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops robustus* and *Eudiaptomus vulgaris* from Copepoda are the most common species found during eight months.

Monthly changes in species richness, diversity and maximum dominance of zooplankton are given in Table 3. According to the results of Simpsons Diversity, while species richness is the maximum (10.206) in May, it reached its lowest value (7.119) in December. According to Margalef Index and Shannon diversity index, no significant differences in the species diversity were observed between months ( $P < 0.005$ ) (Table 3).

**Table 2.** Cladocera and Copepoda species and minimum, maximum and average values of their annual numbers per m<sup>3</sup>.

<b>CLADOCERA</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Average</b>	<b>%</b>
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	1125	8931	4887	14.45
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Müller, 1776)	2100	4975	3868	11.43
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1875	0	1446	162	0.48
<i>Moina brachiata</i> (Jurine, 1820)	0	2100	893	2.64
<i>Daphnia pulex</i> Leydig, 1860	3150	7675	5260	15.55
<i>Daphnia longispina</i> (O. F. Müller; 1776)	3534	9275	6007	17.76
<i>Daphnia hyalina</i> Leydig, 1860	0	0	289	0.85
<i>Daphnia galeata</i> Sars, 1863	0	319	189	0.56
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.Müller, 1785)	1446	9156	5538	16.37
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine 1820)	0	1446	180	0.53
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman & Brady, 1867	0	0	355	1.05
<i>Leydigia leydigi</i> (Schoedler 1863)	0	425	110	0.32
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.Müller, 1776)	1446	8625	5850	17.29
<i>Chydorus ovalis</i> Kurz, 1875	0	69	15	0.05
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	0	456	104	0.31
<i>Alona costata</i> Sars, 1862	0	69	42	0.12
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	0	69	25	0.07
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F.Müller, 1776)	0	319	42	0.12
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	0	0	13	0.04
<b>Total</b>			<b>33766</b>	<b>100.00</b>
<b>COPEPODA</b>				
<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875	0	9156	3737	21.12
<i>Cyclops abyssorum</i> G.O. Sars, 1863	0	2100	382	2.16
<i>Cyclops insignis</i> Claus, 1857	0	0	362	2.04
<i>Acanthocyclops robustus</i> (G.O. Sars, 1863)	0	5838	3568	20.16
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	0	0	321	1.82
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	0	200	60	0.34
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	0	456	66	0.37
<i>Eudiaptomus vulgaris</i> (Schmeil, 1898)	0	425	140	0.79
Cyclopoid Copepoda	425	3534	1731	9.78
Harpacticoid Copepoda	0	200	122	0.69
Nauplius	4831	13175	7208	40.73
<b>Total</b>			<b>17697</b>	<b>100.00</b>

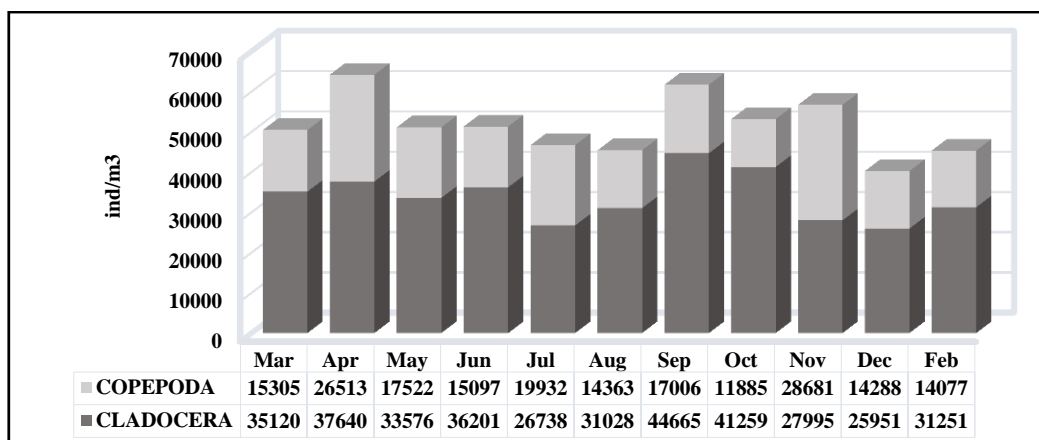


**Table 3.** Species diversity and species richness values of zooplankton according to the sampling months.

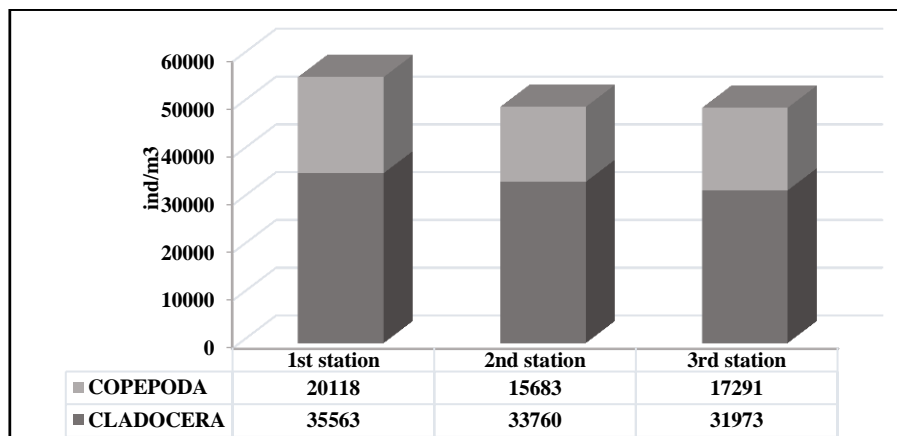
Index	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Feb
<b>Margalef indeksi (M)</b>	6.167	6.033	6.159	6.157	6.211	6.227	6.054	6.137	6.101	6.298	6.228
<b>Simpsons Diversity (D)</b>	9.503	9.47	10.206	9.863	8.451	8.196	8.494	8.959	7.841	7.119	8.301
<b>Shannon J'</b>	0.83	0.873	0.799	0.833	0.886	0.858	0.813	0.865	0.887	0.848	0.845

The quantitative evaluation of the samples revealed an average value of 51463 ind/m<sup>3</sup> in the reservoir. The annual average values according to the groups were 33766 ind/m<sup>3</sup> for Cladocera and 17697 ind/m<sup>3</sup> for Copepoda (Table 2).

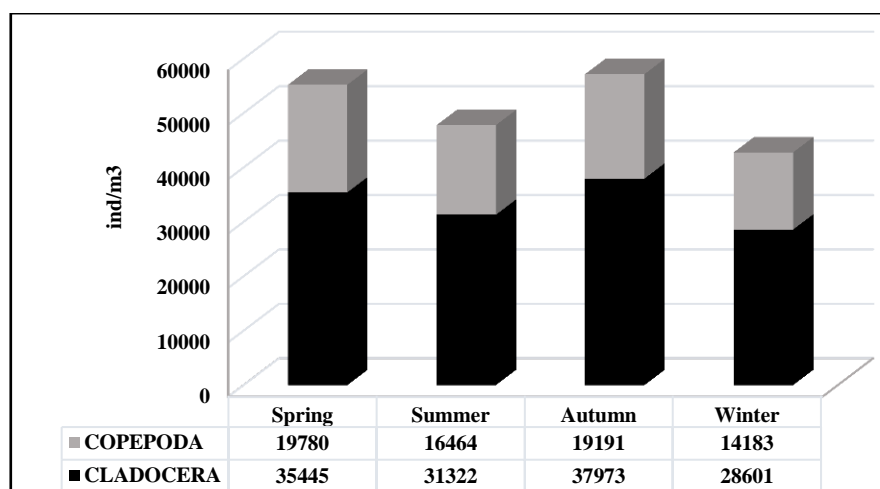
When the sampling months were evaluated based on average individual values per m<sup>3</sup>, the maximum number of microcrustacea (Cladocera and Copepoda) was found in April (64153 ind/m<sup>3</sup>) followed by September (61671 ind/m<sup>3</sup>) and the minimum was found in December (40239 ind/m<sup>3</sup>) followed by February (45328 ind/m<sup>3</sup>) (Figure 2).

**Figure 2.** Total abundance of microcrustacea according to the sampling months.

The maximum number of microcrustacea (Cladocera and Copepoda) in Kadıköy reservoir were recorded in the 1<sup>st</sup> station (55681 ind/m<sup>3</sup>). This is followed by the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> stations with 49443 ind/m<sup>3</sup> and 49264 ind/m<sup>3</sup>, respectively (Figure 3).

**Figure 3.** Abundance values of microcrustacea according to the sampling stations.

When the results were evaluated in terms of sampling months, the maximum organism number was found in autumn (57164 ind/m<sup>3</sup>), followed by spring (55225 ind/m<sup>3</sup>) and summer (47786 ind/m<sup>3</sup>) and the minimum was found in winter (42784 ind/m<sup>3</sup>) (Figure 4).



**Figure 4.** Seasonal abundances of microcrustacea in the reservoir.

According to the Pearson correlation index, no significant relationship was found between Copepoda and Cladocera groups. However, there was a positive correlation between water temperature between pH, Conductivity, Nitrite nitrogen, Calcium and with Dissolved oxygen between Conductivity, Ortho-phosphate and with pH between Total hardness, Magnesium ( $P < 0.01$ ) (Table 4).

**Table 4.** The relationship between environmental parameters and microcrustacea groups in the reservoir as revealed by the Pearson Correlation index (Cop: Copepoda, Cla: Cladocera).

	Cl	Cop	WT	DO	LP	pH	EC	BOD <sub>5</sub>	NO <sub>3</sub> N	NO <sub>2</sub> N	oPO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	Sal	Cl	TH	Ca	Mg
Cl	1																
Cop	-,190	1															
WT	-,074	,158	1														
DO	,470	-,358	-,581	1													
LP	,060	,000	,300	-,067	1												
pH	-,065	-,097	-,662*	,520	-,184	1											
EC	-,207	,199	,898**	-,751**	,466	-,601	1										
BOD <sub>5</sub>	,391	,117	-,328	,689*	-,288	,007	-,614*	1									
NO <sub>3</sub> N	-,512	-,125	-,222	-,290	,398	,267	,106	-,621*	1								
NO <sub>2</sub> N	-,281	,161	,843**	-,589	,424	-,406	,885**	-,600	,091	1							
oPO <sub>4</sub>	,582	-,382	-,594	,768**	,132	,440	-,522	,309	,018	-,451	1						
SO <sub>4</sub>	-,151	-,372	,250	-,258	-,161	,091	,246	-,545	,324	,432	-,088	1					
Sal	-,319	,271	-,083	,234	,248	,245	-,083	,114	,163	,239	,118	-,069	1				
Cl	,163	,319	-,053	-,356	,016	-,479	,120	,066	,127	-,224	,010	-,229	-,413	1			
TH	-,299	,284	-,495	,098	-,215	,857**	-,321	-,220	,324	-,200	,135	,053	,180	-,256	1		
Ca	,068	-,262	-,784**	,575	,010	,557	-,589	,121	,249	-,440	,781**	-,131	,260	-,067	,419	1	
Mg	-,393	,458	-,129	-,223	-,251	,627*	-,042	-,307	,234	,000	-,306	,106	,055	-,234	,862**	-,095	1

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

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

## DISCUSSION

As a result of the qualitative evaluation of the samples, 19 Cladocera and 8 Copepoda species were found in Kadıköy reservoir during the study period. In addition, Cyclopoid copepodites, Harpacticod copepodites and Nauplius larvae were found (Table 2). All the species determined are recorded for the first time in Kadıköy reservoir. According to Gündüz (1997), Ustaoglu (2004, 2015) and Güher (2014), all the species recorded in the Kadıköy reservoir are widely distributed in Turkey. *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia quadrangula*

and *Chydorus sphaericus* from Cladocera; *Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops robustus* and *Eudiaptomus vulgaris* from Copepoda were determined as the most common species during the study.

The quantitative evaluation of the samples revealed an average value of 51463 ind/m<sup>3</sup> in the reservoir. The annual average values according to the groups were 33766 ind/m<sup>3</sup> (66%) for Cladocera and 17697 ind/m<sup>3</sup> (34%) for Copepoda. Cladocera was found as the leading group in both diversity and abundance. When the present result was compared with the zooplankton data formerly reported in Turkey, it appeared that different water source studied revealed different result in terms of Cladocera and Copepoda abundance. For instance, Saler et al. (2017) reported 13 Cladocera (39.4%) and 3 Copepoda (9.1%) species in the Boztepe Tecai Kutan reservoir, Yıldız (2012) reported 2 Cladocera (5%) and 2 Copepoda (1%) in the Zerneke reservoir; Alper et al. (2007) identified 8 Cladocera and 4 Copepoda species in the İkizcetepeler Dam Lake; Bulut and Saler (2014) reported 5 Cladocera (3.99%) and 3 Copepoda (2.63%) taxa in the Beyhan Dam Lake and Saler and Aliş (2014) found 11 of Cladocera (21.2%) and 7 of Copepoda (13.4%) in the Hancağız Dam Lake.

In the present study, while the maximum numbers of microcrustacea (Cladocera and Copepoda) in Kadıköy reservoir were found in autumn (57164 ind/m<sup>3</sup>) and at 1<sup>st</sup> station (55681 ind/m<sup>3</sup>), the minimum numbers were recorded in winter (42784 ind/m<sup>3</sup>) and at 3<sup>rd</sup> stations (49264 ind/m<sup>3</sup>). *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina longirostris*, *Moina brachiata*, *Daphnia pulex*, *Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia quadrangula* and *Chydorus sphaericus* from Cladocera and *Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops robustus* and *Eudiaptomus vulgaris* from Copepoda were observed in all seasons and stations as in the case of similar in various reservoirs in Turkey (Özdemir Mis et al., 2009; Yıldız, 2012; Bulut and Saler, 2014; Saler et al., 2017; Saler, 2017; Özdemir Mis and Ustaoglu, 2018).

Zooplanktonic organisms play an important role as indicator in determining water quality, eutrophication and water pollution level. Especially, Cladocera and Cyclopoid copepods are well adapted to eutrophic conditions (Gannon and Stemberger, 1978). *Chydorus sphaericus* (58501 ind/m<sup>3</sup>; 17.28%), *Bosmina longirostris* (3868 ind/m<sup>3</sup>; 11.43%) and *Cyclops vicinus* (3737 ind/m<sup>3</sup>, 21.12%) in Kadıköy reservoir are known as typical indicators of eutrophic lakes (Ryding and Rast, 1989; Makarewicz, 1993).

According to the National Standard for Turkish inland water, water temperature (16.48 °C), pH (8.29), Nitrate nitrogen (3.49 mg/L), Sulphate (1.10 mg/L) and Orthophosphate (0.010 mg/L) were found at first and second quality level. In terms of Dissolved oxygen demand (7.65 mg/L) the water was found at the first quality level, Nitrite nitrogen (0.09 mg/L) was found between second and third quality levels and Biological oxygen demand (41.00 mg/L) was found at third and fourth quality levels (Anonymous, 2015).

In conclusion, a total of 27 species from microcrustacea (19 Cladocera and 8 Copepoda) were found in Kadıköy reservoir during the study period. As a result of quantitative evaluation of zooplankton samples, an average value of 33766 ind./m<sup>3</sup> Cladocera (66%), 17697 ind./m<sup>3</sup> Copepoda (34%) and an average of 51463 ind/m<sup>3</sup> planktonic microcrustacea were determined in the reservoir. When the structure of microcrustacea fauna determined in the reservoir and the physicochemical parameters were evaluated together it has been concluded that Kadıköy reservoir is in meso- eutrophic character in terms of zooplankton.

## REFERENCE

- Alper, A., Çelebi, E., Çam, H., & Karaytuğ, S. (2007). Cladocera and Copepoda (Crustacea) fauna of İkizcetepeler Dam Lake (Balıkesir, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 7, 71-73.
- Anonymous, 2015. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Yayınlandığı Resmi Gazete 15 Nisan 2015 Çarşamba, Sayı: 29327. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm>.
- Apostolov, A. M., & Marinov, T. M. (1988). Fauna Bulgarica 18, Copepoda, Harpacticoida, in Aedibus. *Academiae Scientiarum Bulgaricae*, Sofia. 18, 1-384 s.
- Boxshall, G. A. & Defaye, D. (2008). Global diversity of Copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia* 595 195-207. doi: 10.1007/s10750-007-9014-4.
- Bulut, H., & Saler, S. (2014). Zooplankton of Beyhan Dam Lake (Elazığ- Turkey). *Turkish Journal of Science & Technology*, 9(1), 23-28.
- Buyurgan, Ö., Altındağ, A., & Kaya, M. (2010). Zooplankton community structure of Asartepe Dam. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10, 135-138. doi: 10.4194/trjfas.2010.0119
- Dussart, B. (1967). Les Copepodes des eaux continentales d'Europe occidentale, Tome I, Calanoides et Harpacticoides. *N. Boubée et cie*, Paris, 500p.

- Dussart, B. (1969). Les Copepodes des eaux continentales d'Europe occidentale, Tale II. Cyclopoïdes et Biologie. N. Boubée et cie. Paris, 292p.
- Elipek, B.C., Güher, H., Öterler, B., Taş Devrik, M., & Miroğlu, P.A. (2017). Determining of water quality by using multivariate analysis Techniques in a drinking/Using water reservoir in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (8), 5007-5012.
- Flössner, D. (1972). Krebstiere Crustacea kiemen und blattfussar Brachiopoda Fischlause, Branchiura. *Tierwelt-Deutsch.60 Veb. Gustav Fischer Verlag, Jena*, 105-161.
- Forro, L., Korovchinsky, N. M., Kotov, A. A., & Petrusek, A. (2008). Global diversity of Cladocerans (Cladocera; Crustacea) in Freshwater. *Hydrobiologia*, 595, 177-184. doi: 10.1007/s10750-007-9013-5.
- Gannon, J. E. & Stemberger, R. S. (1978). Zooplankton especially crustaceans and rotifers as indicators of water quality. *Transactions of the American Microscopical Society*, 97, 16-35.
- Goulden, C. E., & Fery, D. G. (1963). The Occurrence and significance of lateral head pores in the Genus *Bosmina* (Cladocera). *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 48 (3), 513-522.
- Güher, H. (2014). A Checklist for zooplankton (Rotifera, Copepoda, Cladocera) of European Turkey inland waters. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 31(4), 221-225. doi: 10.12714/egejfas.2014.31.4.08.
- Gündüz, E., (1997). Türkiye içsularında yaşayan Cladocera (Crustacea) türlerinin listesi. *Turkish Journal of Zoology*, 21, 37-45.
- Jaccard, P. (1912). The distribution of the flora of the alpine zone. *New Phytologist*, 11, 37-50.
- Kaya, M., & Altındağ, A. (2006). Some Chydorid (Crustacea, Cladocera) species recorded from Turkish inland waters. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 8,33-48.
- Kiefer, F. (1978). Das Zooplankton der Biennengewasser 2. Teil, Freilebende Copepoda, Die Binnenge wasser Band XXVI, Schweizer band'sche Verlag buch hand lung, Stuttgart. 343pp
- Korinek, V. (1987). Revision of three species of the Genus *Diaphanosoma* Fischer 1850. *Hidrobiologia* 145, 35-45.
- Krebs, C. J. (1999). Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, Inc., Menlo Park, California. 620 pp.
- Lampert, W., & Sommer, U. (2007). Limnoecology: The Ecology of lakes and streams. 2nd edition. *Oxford University Press*, 324 pp. ISBN ISBN-13: 9780199213931.
- Makarewicz, J. C. (1993). A lake wide comparison of zooplankton biomass and its species composition in Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research*, 19(2), 275-290.
- Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. *General Systems*, 3, 36-71.
- Margaritora, F. (1983). Cladocera (Crustacea: Cladocera). *Inst. di. zoologia, dell Univ. Roma*, 169 pp.
- Özdemir Mis, D., Aygen, C., Ustaoglu, M. R., & Balık, S. (2009). Tahtalı baraj gölü'nün (İzmir) zooplankton kompozisyonu. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26 (2), 129-134.
- Negrea, S (1983). Fauna republici socialiste Romania. Crustacea, Cladocera. Bucharest, Romania: Academia Rep. Soc. Romania (in Romanian)
- Öterler, B. (2013). The Phytoplankton composition of Kadıköy reservoir (Keşan-Edirne) *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 14(2), 69-76.
- Özdemir Mis, D., Aygen, C., Ustaoglu, M. R., & Balık, S. (2009). Tahtalı Baraj Gölü'nün (İzmir) zooplankton kompozisyonu. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 26 (2), 129-134.
- Negrea, S (1983). Fauna republici socialiste Romania. Crustacea, Cladocera. Bucharest, Romania: Academia Rep. Soc. Romania (in Romanian)
- Öterler, B. (2013). The Phytoplankton composition of Kadıköy reservoir (Keşan-Edirne). *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 14(2), 69-76.
- Özdemir Mis, D., & Ustaoglu, M. R. (2018). Adıgüzel baraj gölü (Denizli)'nün rotifer kompozisyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(1), 17-24.
- Rocha, O., Matsumura-Tundisi, T., Espindola, E. L. G., Roche, K. F., & Rietzler, A. C. (1999). Ecological theory applied to reservoir zooplankton. p. 29-51. In: Theoretical Reservoir Ecology and its Applications (Eds. J.G. Tundisi, and M. Straskraba), International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences. Backhuys Publishers, Leiden, HollandJ.
- Ryding, S. O., & Rast, W. (1989). The Control of eutrophication of lakes and reservoirs. *Man and the Biosphere Series, Vol. 1. Unesco*, Paris and The Parthenon Publishing Group, UK & USA. 314p.
- Saler, S., (2017). Diversity and abundance of zooplankton in Medik reservoir of Turkey. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 11(02), 126-132.
- Saler, S., Alpaslan, K., Karakaya, G., & Gündüz, F. (2017). Zooplankton of Boztepe Recai Kutun dam lake (Malatya-Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(3), 261-267. DOI: 10.12714/egejfas.2017.34.3.03.
- Saler, S., & Ahiş, N., 2014. Zooplankton of Hancağız dam lake (Gaziantep - Turkey). *Journal of Survey in Fisheries Sciences* 1(1)36-45

- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). The Mathematical Theory of Communication. *University of Illinois Press*, Urbana, 117 p.
- Smirnov, N.N. (1974). Fauna of USSR. Crustacea, Chydoridae, 1(2), 629 pp.
- Ustaoğlu, M. R. (2015). An Updated Zooplankton Biodiversity of Turkish Inland Waters. *LimnoFish*. 1(3),151-159. doi: 10.17216/LimnoFish-5000151941.
- Ustaoğlu, M. R. (2004). A Check-list for zooplankton of Turkish inland waters. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 21(3-4), 191-199.
- Wetzel, R. G. (2001). Limnology: lake and river ecosystems. Academic Press, New York, USA.
- Yıldız, Ş. (2012). Zernek-baraj gölü (Van/Türkiye) Zooplankton faunası. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 5 (1), 57-59.

## The Role of Gelatin-Based Film Coating Combined with Orange Peel Essential Oil on the Quality of Refrigerated Shrimp

Yunus ALPARSLAN<sup>\*</sup>, Taçnur BAYGAR, Cansu METİN, Hatice H. YAPICI, Tuba BAYGAR

Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Fisheries, Department of Seafood Processing Technology, Muğla, Turkey

\* Corresponding Author: [yunusalparslan@mu.edu.tr](mailto:yunusalparslan@mu.edu.tr)

Research Article

Received 19 November 2018; Accepted 03 April 2019; Release date 01 June 2019.

**How to Cite:** Alparslan, Y., Baygar, T., Metin, C., Yapıcı, H. H., & Baygar, T. (2019). The role of gelatin-based film coating combined with orange peel essential oil on the quality of refrigerated shrimp. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 197-212. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.485132>

### Abstract

In this study, application of gelatin-based film coating combined with essential oil obtained from orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) peel on the quality of deep-water pink shrimp (*Parapenaeus longirostris* Lucas 1846) was aimed. Gelatin film (GF) and gelatin film incorporated with orange peel essential oil (GF+EO) were used for film coating. Thickness and microstructure of the films, nutritional composition (protein, moisture, lipid, ash and free amino acid content), sensory and melanosis evaluation, chemical [Sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), pH, total volatile base nitrogen (TVB-N), trimethylamine nitrogen (TMA-N), thiobarbituric acid (TBA), peroxide value (PV), free fatty acid (FFA)], physical (color) and microbiological [total viable counts (TVC), total psychotropic bacteria (PB), total coliform bacteria (TCB) and Enterobacteriaceae (EB)] were carried out for 15 days. As a result, gelatin film coatings were effective on the quality and shelf life of shrimps than the control group. Gelatin films were more effective on melanosis than control and the essential oil protected the shrimp's quality more than the other groups. According to the sensorial and microbiological analysis results, control group samples (C) have 7 days' shelf life while gelatin group samples (GF) have 12 days, and gelatin film with orange peel essential oil coated group samples (GF+EO) have 15 days.

**Keywords:** Gelatin film coating, orange peel, essential oil, shrimp, shelf life.

### Portakal Kabuğu Esansiyel Yağı ile Birleştirilmiş Jelatin Film Kaplamanın Buzdolabında Muhafaza Edilen Karidesin Kalitesi Üzerine Etkisi

#### Özet

Bu çalışmada, portakal (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) kabuğundan elde edilen esansiyel yağ ile birleştirilmiş jelatin bazlı film kaplamanın derin su pembesi karidesinin (*Parapenaeus longirostris* Lucas 1846) kalitesine uygulanması amaçlanmıştır. Film kaplaması için jelatin film (GF) ve portakal kabuğu esansiyel yağı (GF + EO) ile birleştirilmiş jelatin film kullanılmıştır. 15 gün boyunca filmlerin kalınlığı ve mikroyapısı, besin kompozisyonu (protein, nem, lipit, kül ve serbest amino asit içeriği), duyu ve melanosis değerlendirmesi, kimyasal [Kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), pH, toplam uçucu bazik azot (TVB-N), trimetilamin azot (TMA-N), tiyobarbitürik asit (TBA), peroksit değeri (PV), serbest yağ asidi (FFA)], fiziksel (renkli) ve mikrobiyolojik [toplam canlı sayımı (TVC), toplam psikotropik bakteri (PB), toplam koliform bakteri (TCB) ve Enterobacteriaceae (EB)] analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, jelatin film kaplamaları, karideslerin kalite ve raf ömrü üzerinde kontrol grubuna göre daha etkili olmuştur. Jelatin filmler melanosis üzerinde kontrolden daha etkili olup, esansiyel yağ, karidesin kalitesini diğer gruplardan daha fazla korumuştur. Duyusal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, kontrol grubu örneklerinin (C) 7 günlük raf ömrüne sahipken, jelatin grubu örneklerinin (GF) 12 gün, portakal kabuğu esansiyel yağı içeren jelatin film ile kaplı örneklerin (GF + EO) 15 gün raf ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Jelatin film kaplama, portakal kabuğu, esansiyel yağ, karides, raf ömrü

## INTRODUCTION

Shrimps which results in the limited shelf life of the product are highly perishable due to the biochemical, microbiological or physical changes during storage (Aşık and Candoğan, 2014; Alparslan and Baygar, 2017). Lipid oxidation and rancid off-flavors may also occur even under refrigeration or freezing conditions of shrimps (Montville et al., 2012). Therefore, it is necessary to investigate methods to prevent or slow down the quality degradation of shrimp during storage time (Alotaibi and Tahergorabi, 2018).

Cold storage, freezing and chilling are traditional methods for shrimp (Arancibia et al., 2015). For the past decades, research on edible films or coatings in foods is driven by food engineers due to the high demand of consumers for longer shelf life and better quality of fresh foods as well as of environmentally friendly packaging (Siracusa et al., 2008). In addition to this storage technique, recently, there has been an increasing interest to develop materials with biodegradable film and containing an essential oil which help improve food safety and shelf life (Dutta et al., 2009). There is a growing interest in consumer demands for natural and safe foods recently. So, bioactive packaging systems including antimicrobial and/or antioxidant additives, edible coatings and films have become a novel option to maintain the freshness and quality of foods as an alternative to traditional methods (López-Caballero et al., 2007; Ojagh et al., 2010). Biopolymers such as polysaccharides and proteins have been used as edible food packaging materials (Artharn et al., 2009). Proteins are important biopolymers possessing good film forming ability. Among proteins, gelatin has been used as film-forming material (Gómez-Guillén et al., 2007). Gelatin has been attracted the attention for the developments of edible films due to its abundance and biodegradability (Jongjareonrak et al., 2006). To improve the water vapour barrier properties of the gelatin films, hydrophobic substances such as fatty acids and essential oils have been added (Bertan et al., 2005; Tongnuanchan et al., 2012; Nilsuwan et al., 2016). Gelatin films with strong water vapour barrier properties could be an alternative ecofriendly edible packaging material that could be used to preserve the shelf life of foods, especially those sensitive to the quality changes induced by moisture absorption.

In this study combined effect of edible gelatin film coatings incorporated with essential oil obtained from orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) peel on the shelf life of deep water pink shrimp (*Parapenaeus longirostris* Lucas 1846) was aimed.

## **MATERIAL and METHODS**

### **Sampling**

Deep water pink shrimps (*Parapenaeus longirostris* L. 1846; mean length  $11.04 \pm 0.78$  cm and mean weight  $9.03 \pm 1.34$  g) caught around Sığacık Gulf of Aegean Sea (İzmir) of Turkey were used as raw material. 30 kg shrimps were obtained from a vessel which harvesting shrimps using a trawl and were immediately iced and transferred to the laboratory for analysis. Proximate composition, sensory, physical, chemical and microbiological analyses were done initially and the remaining samples were prepared for coating as analysis groups.

### **Extraction and Analysis of Essential Oil**

In this study, orange peel (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) were used. Orange peels obtained from fruit juice production in Köyceğiz were brought to our faculty laboratories. On average 50kg of orange peel were used in this study to obtaining the amount of essential oil. Orange peel essential oil was obtained after was milled and dried. The essential oil (EO) was obtained by hydro distillation, using a Clevenger apparatus (Edutek Instrumentation, Haryana, India) with 150g of dry plant material and 1500mL of water. The oil was obtained after 3 h of distillation at boiling temperature and stored at  $4 \pm 1$  °C in airtight glass vials covered with aluminum foil. The gas chromatography-mass spectrophotometer (GC-MS) analysis of the obtained essential oil was conducted at the ARGEFAR-ÇEG Laboratory of Aegean University (İzmir, Turkey), using an Agilent gas chromatograph model 6890 equipped with an Agilent mass selective detector (MSD) model 5973 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Identification of components in the essential oil was carried out with the Wiley 275 mass spectral library (NIST, Wiley, New York, NY, USA).

### **Preparation of Film-Forming Solution**

Preparation of edible films was slightly modified from Gómez-Estaca et al. (2009). Food grade gelatin powder (8 g; Doga Drug and Raw Material Co. Ltd., Ankara, Turkey) was dissolved in 100 mL of distilled water (at room temperature) and the mixture was stirred until the gelatin completely dissolved (approx. 15 min). Glycerol and D-sorbitol (Merck) (0.15 g per g of gelatin) were then added to the gelatin coating solution, which was kept at 45 °C for additional 15 min. Orange peel essential oil (OPEO) in a ratio of 0.5, 1 and 2% (by volume per mass of gelatin) was then added to the coating solution. To stabilize the emulsion at OPEO, Tween-20 was also added to the gelatin solution with a

ratio of 0.2% of the OPEO. Then the film-forming solution with and without OPEO was homogenized with an Ultraturrax T25 basic blender (21.500 rpm, position 5, for 1 min; IKA-Werke GMBH & Co. KG, Staufen, Germany). After cooling to room temperature, the film forming solutions (40 mL) were casted on 10 × 15-cm glass plates, and then dried for 3 days at ambient conditions (24 ± 1 °C). GF group was prepared in the same without adding OPEO. Each plate represented one piece of film.

### Radical-Scavenging Activity of Gelatin Film Coatings

Gelatin film coating (0.1 g) was dissolved in distilled water (2 ml) at 45 °C and, following the addition of ethanol (4 ml), were centrifuged (NUVE, NF 400R, Turkey) at 4000 × g for 10 min at 20 °C (Cao, Xue, and Liu, 2009). The filtrate obtained was analyzed for 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical-scavenging activity.

DPPH radical-scavenging activity was determined according to the method of Yen and Hsieh (1995) with minor modifications. A 500 µl aliquot of ethanol extract was mixed vigorously with 5.5 mL of 0.036 mmol L<sup>-1</sup> DPPH in ethanol and allowed to stand at room temperature in the dark for 30 min. The absorbance of the mixture at 517 nm was measured using a spectrophotometer. The control was measured in the same manner, except that ethanol was used instead of the sample. DPPH radical-scavenging activity was calculated according to the following equation:

$$\text{Radical-scavenging activity (\%)} = [1 - (A_s - A_0)/A_c] \times 100$$

where  $A_s$  is the absorbance of the sample,  $A_c$  is the absorbance of the control and  $A_0$  is the absorbance of the mixture of 5.5 mL of ethanol and 500 µL of the sample.

### Antimicrobial Activity of Gelatin Film Coatings Combined with Essential Oil

The antimicrobial activity of gelatin film coating combined with essential oil solutions was tested following a well diffusion assay over five microorganisms selected by potentially food microorganisms according to Vásconez et al. (2009). The standard strains were obtained from the Ankara Refik Saydam Hifzısıhha Institutes Culture Collection: 2 (-) *Bacillus subtilis* (ATCC 25922) and *Staphylococcus aureus* (ATCC 43300), 2 (+) *Escherichia coli* (ATCC 35218) and *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 15442) and *Candida albicans* (ATCC 10231). The above mentioned bacteria were a culture in Nutrient Broth (NB) at appropriate temperatures. Inoculums were prepared by adjusting the turbidity of the medium to match the 0.5 McFarland Standard Dilutions. 20 mL of Mueller Hinton Agar (Difco) sterilized in separated flasks and cooled to 45–50 °C. After injecting the microorganism cultures to sterile plates (1000 µl), media was distributed and mixed homogeneously. 20 µL of solutions were injected to the wells of 6 mm in diameter. Three different concentrations of gelatin and orange peel essential oil combination were evaluated for antimicrobial activity; 0.5 %, 1 % and 2 %. After the proper incubation period for each microorganism, antimicrobial activity was evaluated by measuring the zone of inhibition against the tested microorganisms. Measurements were performed in triplicate.

### Film Thickness and Microstructure of Gelatin Films

The film thickness of GF and GF+EO was measured using a digital micrometer screw gauge (model MDC-25M, Mitutoyo, Kanagawa, Japan), averaging ten different locations. Microstructure analysis of the gelatin films was carried out by using SEM technique in a JEOL JSM-7600F (Japan) field emission scanning electron microscope (Rivero et al., 2009). Gelatin films with and without orange peel essential oil were dried on foam plates under optimized conditions. Pieces were cut from films and mounted on copper stubs using double side adhesive tape. Samples were gold coated and observed, using an accelerating voltage of 15 kV.

### Application of Film Coatings and Storage

Three different groups were created for analysis: non-coated control group (C), gelatin film coating without essential oil (GF) and gelatin coating with 2 % orange peel essential oil (GF+EO) For non-coated control group, 10 shrimps were put onto sterile foam dishes and vacuum packaged (Culinary, ATM Machinery 7483 BV, Haaksbergen, The Netherlands). For film coated groups (GF and GF + EO), one film was placed on styrofoam plate and after 10 shrimp were disposed, it was closed with the second film. Then, shrimps which were coated with film put inside into sterile foam dishes (poliamid, >160 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/day O<sub>2</sub> and >8.5 g/m<sup>2</sup>/day moisture permeability, Polinas trademark, Turkey) and vacuum packaged. 40 packages were prepared for each group and stored at (4±1) °C.



## Nutritional Composition Analysis

The shrimp samples were analyzed in triplicate for nutritional composition: lipid content of fish by the Bligh and Dyer (1959) method, ash content by AOAC (1990) method, moisture content by AOAC (2006a) method and total crude protein analysis by AOAC (2006b) Kjeldahl method. In beginning and at the end of the storage period, total free amino acid analysis for shrimp was determined according to in house method (Kazlıçesme Ar-Ge Test laboratory, İstanbul) using modified Agilent Eclipse AAA method by HPLC system (Agilent 1260 Infinity, high performance liquid chromatography) after pre-column derivatization with OPA and FMOC.

## Sensory Analysis and Melanosis Evaluation

Sensory evaluation of the samples was conducted by six trained persons (24-36 years old) throughout the storage period. Panelists gave scores for sensory characteristics, such as appearance, color, odor, texture and general acceptability using a 5-point descriptive scale (Zeng et al., 2005). Melanosis was evaluated according to melanosis scale published by Otwell and Marshall (1986). Shrimps from each treatment were evaluated for degree of melanosis by an experienced seven-member panel. Panelists were asked to give the melanosis score (0–10), where 0 = absent; 2 = Slight, noticeable on some shrimp; 4 = Slight, noticeable on most shrimp; 6 = Moderate, noticeable on most shrimp; 8 = Heavy, noticeable on most shrimp; 10 = Heavy, totally unacceptable.

## Color Measurement

The color of samples was measured by a lab color meter (Pen Color Art 1L model, Artoksi MSM, İstanbul, Turkey) and was in accordance with the recommendations of the International Commission on Illumination (CIE, 1976). The measured L\*, a\* and b\* color parameters indicated lightness/brightness, redness/greenness and yellowness/blueness, respectively. The color meter was calibrated with a white standard and the color measurement was repeated 3 times on different parts of the surface.

## Chemical Analysis of Shrimp Samples

A residual amount of SO<sub>2</sub> in fresh shrimp meat was determined according to AOAC (2000) method. The pH values were recorded by a digital pH meter (InoLab, WTW, Weilheim, Germany) after homogenization of each 10 g of sample in 100 mL of distilled water (Manthey, et al., 1988). Determination of total volatile base nitrogen (TVB-N) was carried out as described by Antonocoupoulos (1973). Homogenized shrimp samples were steam-distilled and the TVB-N value (in mg of nitrogen per 100 g of meat) was determined according to the consumption of 0.1 M HCl. TMA-N value within homogenized shrimp meat was determined according to Schormüller (1968) and the results were expressed as TMA-N value in mg of per 100g of shrimp meat. Thiobarbituric acid (TBA) reactive substances were determined according to Tarladgis et al. (1960) to evaluate the oxidation stability during chilled storage and the results were expressed as TBA value in mg of malonaldehyde per kg of shrimp meat. Free fatty acid (FFA) content and peroxide value (PV) in fresh shrimp meat was determined according to the AOCS (1998) method. FFA expressed in percentage of oleic acid, was determined by acidimetric titration of extracts according to Bligh and Dyer (1959), after the addition of ethanol and with phenolphthalein as an indicator. PV expressed in mEq of peroxide per kilogram of fat.

## Microbiological Analysis of Shrimp Samples

The following groups of microflora were monitored: total viable count (TVC), psychotropic bacteria count (PBC) and total coliform bacteria (TCB). A sample of 10 g was removed aseptically from the fillet using a scalpel and forceps, transferred to a stomacher bag containing 90 mL of sterile peptone water (PW) solution (0.1 %), and homogenized at room temperature. For each sample, further serial decimal dilutions were prepared in PW solution (0.1 %). The appropriate dilutions were subsequently used for enumeration and differentiation of microorganisms. Total viable counts were determined using plate count agar (PCA, Code: 1.05463, Merck, Darmstadt, Germany) after incubation for 2 days at 37 °C, and psychotropic bacteria counts were determined after incubation at 7 °C for 10 days with the same medium (FDA/BAM, 2009). The sample was diluted in serial 10-fold

steps used as inoculum for the three-tube MPN procedure for total coliforms as specified in FDA/BAM (2002). Suspension: 1 ml from each diluted tube was transferred into lauryl sulfate tryptose broth and incubated at 35 °C for 24–48 h. Inoculum: one loopful from tubes with gas formation within 48 h at 35 °C was transferred to brilliant green lactose broth (BGLB), incubated at 35 °C for 24–48 h. The tubes with turbidity and gas formation in the Durham tube of BGLB indicated the presence of coliforms. Their numbers per 1 g of sample were calculated from the MPN table. *Enterobacteriaceae* were determined using double layer Violet Red Bile Agar (VRB Agar, Merck code 1.01406) after incubation for 2 days at 37 °C (ICMSF, 1982).

### **Statistical Analysis**

Statistical analysis of data was performed using SPSS v. 21.0 program (IBM Corp., Armonk, NY, USA) and one-way analysis of variance (ANOVA), while for means where a statistical difference was performed, means comparisons were carried out with Duncan's multiple range tests. Data were presented as mean values±standard deviations and a probability value of  $p>0.05$  was considered significant.

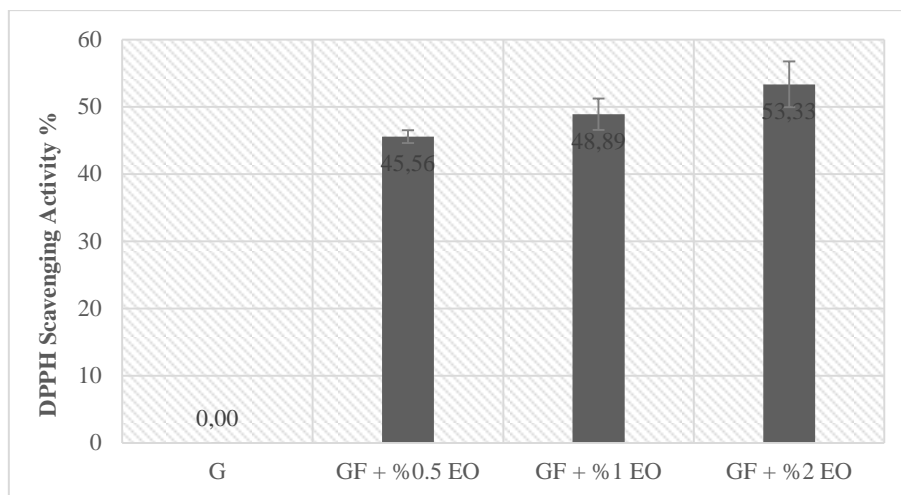
## **RESULTS AND DISCUSSION**

### **Active Ingredients of Orange Peel Essential Oil**

Active ingredient content of orange peel essential oil identified by GC-MS. Totally 16 components were detected and the major component was found to be D-Limonene with 82.24%. The citrus essential oils are a mixture of volatile compounds and mainly consisted of monoterpene hydrocarbon. The volatile components of citrus oil were mainly composed of limonene, the most abundant compound in citrus oil (Sawamura, 2011). Dijenane (2015) reported that the studied oils are made up mainly of limonene (77.37%) for orange essential oil (EO). A total of 18-22 compounds were identified in the *C. sinensis* peel essential oils. Limonene (80.9%) were the main constituents in the oils from fresh (Kamal et al., 2011). The findings were similar to other studies despite minor differences. Alparslan and Baygar (2017) were reported that climate, geographic conditions, variety of the plant, the drying period, the extraction method used, etc. are considered among these differences that may have a direct impact on the content of essential oils.

### **Antioxidant Activity of Gelatin Film Containing EO**

Antioxidant activity results of gelatin film containing different concentration (0.5, 1 and 2%) of orange peel essential oil (EO) or not containing EO are given in Fig. 1. According to the free radical scavenging activity, the results of our study showed that gelatin film with 2 % orange peel EO was determined to have higher antioxidant activity than only GF and other concentrations and statistically was found significant ( $P<0.05$ ). Terpenes that involves in the citrus oils have strong antifungal and antioxidant activities. Limonene, a monoterpene, has been reported to have significant antioxidative potential (Gürsoy et al., 2010; Tongnuanchan et al., 2012).



**Figure 1.** DPPH free radical scavenging activity of film forming solutions. Letters show significant differences among the groups at  $P < 0.05$ . Vertical bars represent means ( $n = 3$ )  $\pm$  SE. (GF: Gelatin Film, EO:Essential Oil)

### Antimicrobial Activity of Gelatin Film Forming Solutions Containing EO

Antimicrobial activity of gelatin film forming solutions containing different concentrations (0.5, 1, and 2%) of EO or not containing EO were studied on against the five microorganisms (Table 1). According to the antimicrobial activity results of our study showed that gelatin film with 2% orange peel EO was determined to have higher inhibitory activity on all microorganisms than other concentration and statistically was found to be significant ( $P < 0.05$ ). GF + 0.5% EO found to have no antimicrobial activity on *B. subtilis*, *P. aeruginosa* and *C. albicans*. And GF + 1% EO found to have no antimicrobial activity on only *B. subtilis*. Antimicrobial effect of the films changed depending on the concentration increase. Hammer, Carson, and Riley (1999) determined the minimum inhibitory concentration of orange (*Citrus aurantium*) essential oil as 1% against *C. albicans*, as  $>2\%$  against *E. coli* and *P. aeruginosa* and as 2% against *S. aureus*. Similar results were also obtained within the present study. In a study of Gómez-Estaca et al. (2009) who investigated the antimicrobial activity of edible films based on fish-skin gelatin incorporated with chitosan and/or clove essential oil, gelatin films solely were found to have no antimicrobial activity. On the other hand, they resulted that gelatin films combined with clove essential oil have stronger inhibition activity against *E. coli*.

**Table 1.** Antimicrobial activity of gelatin film forming solutions containing EO (Inhibition zone: mm)

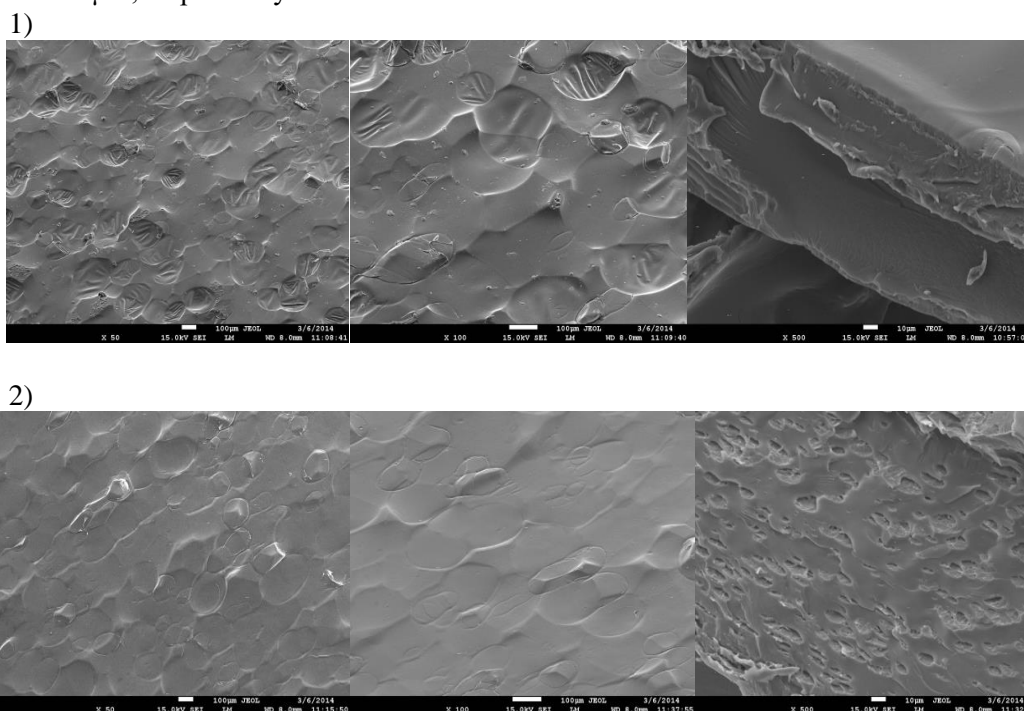
Microorganisms	GF	GF + 0.5 % EO	GF + 1 % EO	GF + 2 % EO
<i>S. aureus</i>	*	6.5 $\pm$ 0.7 <sup>c</sup>	8.5 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>	10.5 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>
<i>B. subtilis</i>	*	*	*	7.0 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>
<i>E. coli</i>	7.0 $\pm$ 1.4 <sup>d</sup>	9.0 $\pm$ 1.4 <sup>c</sup>	10.5 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>	13.0 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>
<i>P. aeruginosa</i>	*	*	6.0 $\pm$ 0.7 <sup>b</sup>	7.5 $\pm$ 1.4 <sup>a</sup>
<i>C. albicans</i>	*	*	6.0 $\pm$ 0.0 <sup>b</sup>	9.0 $\pm$ 1.4 <sup>a</sup>

\* Not detected. Data were presented as mean values $\pm$ standard deviations. Different small letters indicate significant difference among means in the same line ( $P < 0.05$ ). (GF: Gelatin Film, EO: Essential Oil)

### Film Thickness and Microstructure of Edible Film

The thickness of gelatin films used in this study was measured as 14.5 $\pm$ 0.94 and 18.0 $\pm$ 2.11 $\mu$ m (N:10) for GF and GF + 2% EO, respectively. SEM images of the surface and sectional profile of gelatin films with and without orange peel EO provided remarkable data about the morphology (Figure 2). Films which did not contain essential oil had a more compact and homogenous structure when compared with the films including essential oil. Most of the studies reported that essential oil or plant extract incorporation had resulted in heterogeneity for film structures (Bao et al, 2009; Chana-

Thaworn et al., 2011; Tongnuanchan et al, 2012). Rattaya et al. (2009) measured the thickness of fish skin gelatin films incorporated with 6% seaweed extract and fish skin gelatin films without extract as 29.51 and 29.73  $\mu\text{m}$ , respectively.



**Figure 2.** Microstructure images of the edible films (x50, x100, x500) [1] GF, 2) GF + 2% EO]

### Nutritional Content of Shrimp

According to nutritional analysis results protein, lipid, moisture and ash values of fresh shrimps were detected as 18.51, 2.15, 74.22 and 2.45 % respectively. The free amino acid content of fresh shrimps, C, GF and GF + OPEO groups at the end of the storage period are shown in Table 2. In our study, ten essential and ten non-essential amino acids were identified in all groups according to free amino acid analysis results. the essential amino acids (EAA) arginine and non-essential amino acids (NEAA) glutamine, glycine, alanine, proline, and glutamic acid were found to be significantly high in fresh shrimp and all experimental groups ( $P < 0.05$ ). The ratio of EAA / NEAA in free amino acid content was 0.58 in fresh shrimp. After 15 days of the storage period, this ratio was determined as 0.52, 0.60 and 0.64 in C, GF and GF + EO groups, respectively. There was a decrease in this ratio in the control group compared with fresh shrimp, whereas in the coated groups (GF and GF + EO) were an increase in EAA / NEAA ratio. The total amount of SAA decreased in the control group, whereas in the gelatin-coated groups, the total amount of SAA increased. The ratio of essential amino acids to non-essential amino acids is in *P. semisulcatus*. 0.60, and 0.59 in *M. monoceros* (Yanar and Çelik, 2006). Rosa and Nunes (2004) reported that the ratio of essential amino acids to non-essential amino acids was 0.93.

**Table 2.** The total free amino acid ( $\Sigma\text{SAA}$ ) values (mg / 100g) of raw material, control and coated groups at the end of storage.

Total free amino acid ( $\Sigma\text{FAA}$ )	Raw material	Groups		
		C	GF	GF+EO
<i>Histidine</i>	55.05 $\pm$ 6.29 <sup>c</sup>	52.50 $\pm$ 2.12 <sup>c</sup>	65.00 $\pm$ 1.41 <sup>bc</sup>	76.00 $\pm$ 11.13 <sup>b</sup>
<i>Arginine</i>	775.35 $\pm$ 33.87 <sup>a</sup>	103.00 $\pm$ 16.97 <sup>d</sup>	593.50 $\pm$ 28.99 <sup>b</sup>	506.00 $\pm$ 1.41 <sup>c</sup>
<i>Valine</i>	42.95 $\pm$ 13.22 <sup>c</sup>	86.00 $\pm$ 1.41 <sup>b</sup>	67.00 $\pm$ 1.41 <sup>b</sup>	74.00 $\pm$ 9.90 <sup>b</sup>
<i>Methionine</i>	35.85 $\pm$ 12.52 <sup>c</sup>	70.00 $\pm$ 2.83 <sup>bc</sup>	64.50 $\pm$ 2.12 <sup>bc</sup>	74.50 $\pm$ 12.02 <sup>b</sup>
<i>Tryptophan</i>	30.05 $\pm$ 4.03 <sup>b</sup>	33.00 $\pm$ 2.83 <sup>b</sup>	15.50 $\pm$ 0.71 <sup>c</sup>	10.50 $\pm$ 0.71 <sup>c</sup>

<i>Phenylalanine</i>	17.35±0.49 <sup>c</sup>	58.00±21.21 <sup>a</sup>	34.00±1.41 <sup>bc</sup>	39.00±4.24 <sup>abc</sup>
<i>Isoleucine</i>	34.10±0.71 <sup>c</sup>	82.50±20.51 <sup>ab</sup>	51.00±35.36 <sup>bc</sup>	33.50±0.71 <sup>c</sup>
<i>Leucine</i>	59.55±0.35 <sup>d</sup>	151.00±0.00 <sup>b</sup>	100.50±0.71 <sup>c</sup>	141.00±2.83 <sup>b</sup>
<i>Lysine</i>	95.80±0.28 <sup>e</sup>	262.00±0.00 <sup>c</sup>	188.00±4.24 <sup>d</sup>	296.50±9.19 <sup>b</sup>
<i>Threonine</i>	4.95±1.77 <sup>c</sup>	140.50±6.36 <sup>a</sup>	15.00±0.00 <sup>c</sup>	25.50±36.06 <sup>c</sup>
<b>ΣEAA</b>	<b>1151.0±233.32<sup>d</sup></b>	<b>1038.5±66.88<sup>e</sup></b>	<b>1194.0±174.98<sup>d</sup></b>	<b>1276.5±156.73<sup>c</sup></b>
<i>Cysteine</i>	1.15±0.07 <sup>c</sup>	4.00±0.00 <sup>a</sup>	4.50±0.71 <sup>a</sup>	1.50±0.71 <sup>bc</sup>
<i>Aspartic acid</i>	0.00±0.00 <sup>f</sup>	25.50±0.071 <sup>d</sup>	19.50±0.71 <sup>e</sup>	34.50±2.12 <sup>c</sup>
<i>Glutamic acid</i>	68.20±2.97 <sup>e</sup>	287.50±0.071 <sup>b</sup>	139.50±2.12 <sup>d</sup>	157.00±0.00 <sup>c</sup>
<i>Asparagine</i>	34.75±0.064 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>e</sup>	16.50±0.71 <sup>c</sup>	18.00±1.41 <sup>bc</sup>
<i>Serine</i>	37.25±1.20 <sup>a</sup>	10.00±0.00 <sup>c</sup>	18.00±1.41 <sup>bc</sup>	24.00±1.41 <sup>b</sup>
<i>Glutamine</i>	240.85±29.49 <sup>a</sup>	119.50±3.54 <sup>c</sup>	166.50±3.54 <sup>b</sup>	182.00±5.66 <sup>b</sup>
<i>Glycine</i>	481.55±50.28 <sup>a</sup>	438.50±4.95 <sup>ab</sup>	490.00±29.70 <sup>a</sup>	474.00±8.49 <sup>a</sup>
<i>Alanine</i>	922.30±19.23 <sup>c</sup>	1015.00±15.56 <sup>b</sup>	1007.00±36.77 <sup>b</sup>	1007.50±16.26 <sup>b</sup>
<i>Tyrosine</i>	16.75±13.36 <sup>b</sup>	48.50±4.95 <sup>ab</sup>	42.00±33.94 <sup>ab</sup>	27.00±0.00 <sup>ab</sup>
<i>Proline</i>	188.05±18.03 <sup>a</sup>	49.00±1.41 <sup>c</sup>	104.50±2.12 <sup>ab</sup>	75.50±13.44 <sup>c</sup>
<b>ΣNEAA</b>	<b>1990.90±295.73<sup>c</sup></b>	<b>1998.50±320.69<sup>c</sup></b>	<b>2008.00±318.30<sup>b</sup></b>	<b>2001.00±317.22<sup>b</sup></b>
<b>EAA/NEAA</b>	<b>0.58±0.08</b>	<b>0.52±0.02</b>	<b>0.60±0.55</b>	<b>0.64±0.49</b>
<b>ΣSAA</b>	<b>3141.90±262.81<sup>c</sup></b>	<b>3037.00±230.78<sup>d</sup></b>	<b>3202.00±253.58<sup>b</sup></b>	<b>3277.50±246.34<sup>b</sup></b>

Data were presented as mean values±standard deviations. Different small letters indicate significant difference among means in the same line (P<0.05).

### Sensorial Analysis and Melanosis Evaluation

The results of the sensorial analysis are important parameters to evaluate the seafood freshness. According to the storage conditions of shrimps, odor and flavor changes may occur in two or three days which negatively affect the sensory characteristics (Varlık et al., 2000). Sensory analysis results of the C, GF and GF+EO groups are shown in Table 3. The sensory assessment of shrimps was done using a category scale of 5 points and the initial score of the overall evaluation was found to be 4.93 points. After the 4th day of the storage, the control group was found to be inconsumable. GF and GF+EO groups were inconsumable on the 10<sup>th</sup> and 12<sup>nd</sup> days of the storage, respectively. It was evaluated by the panelists that EO-incorporation had a positive effect on the odor of the shrimps. Wan et al. (2007) coated the shrimps with chitosan solutions. They resulted that chitosan coated shrimps had better sensorial characteristics and the shelf life could be extended two or three days.

**Table 3.** Sensory assessment scores of shrimps coated with gelatin film coatings containing EO during storage

Sensorial analysis Storage time (Day)	Groups		
	C	GF	Gf+EO
0	4.93±0.10 <sup>Aa</sup>	4.93±0.10 <sup>Aa</sup>	4.93±0.10 <sup>Aa</sup>
1	3.05±0.57 <sup>Bb</sup>	3.97±0.42 <sup>Ab</sup>	4.03±0.42 <sup>Ab</sup>
4	2.44±0.34 <sup>Bc</sup>	3.54±0.47 <sup>Ab</sup>	3.90±0.18 <sup>Ab</sup>
7	1.18±0.18 <sup>Cd</sup>	3.02±0.22 <sup>ABc</sup>	3.40±0.38 <sup>Ac</sup>
10	0.72±0.25 <sup>Be</sup>	2.28±0.77 <sup>Ad</sup>	2.68±0.81 <sup>Ad</sup>
12	0.30±0.06 <sup>Ef</sup>	1.18±0.10 <sup>Ce</sup>	2.15±0.34 <sup>Ae</sup>
15	*	0.90±0.26 <sup>BCe</sup>	1.50±0.32 <sup>Af</sup>

\*Not assessed. All values are the Mean±SD (n =6). Values with different letters in the same column (a, b...) and in the same row (A, B...) differ significantly (P<0.05).

Melanosis or black spot is a natural pathway that caused by enzymatic reactions. Melanosis occurs when the shrimps contact to the atmospheric oxygen just after they are harvested (Gökoğlu and Yerlikaya, 2008). Melanosis changes of the shrimps throughout the storage period are given in Figure 3. Melanosis of the shrimps was evaluated according to a 10-point melanosis scale and it was initially determined as 0.43 for the fresh samples. The increase was more rapid in the control group whereas

the scores of the coated groups were lower throughout the storage period. Gelatin coating and OPEO were found to be effective on melanosis and prevented the increase of melanosis throughout the storage. There are similar studies on the prevention of shrimp melanosis most of which resulted that herbal extracts may retard the melanosis formation (Gökoğlu and Yerlikaya, 2008; Nirmal and Benjakul, 2009). Yuan et al. (2016) resulted that chitosan coating combined with green tea extract inhibited the melanosis formation of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) significantly during storage in ice.

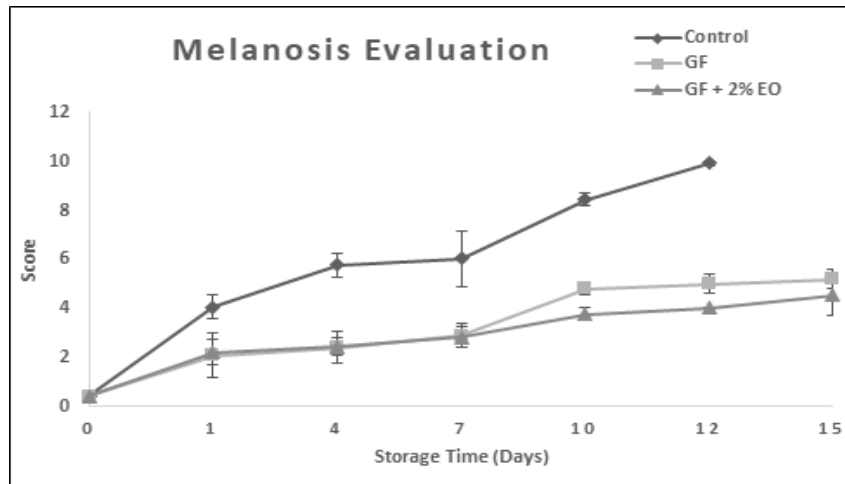
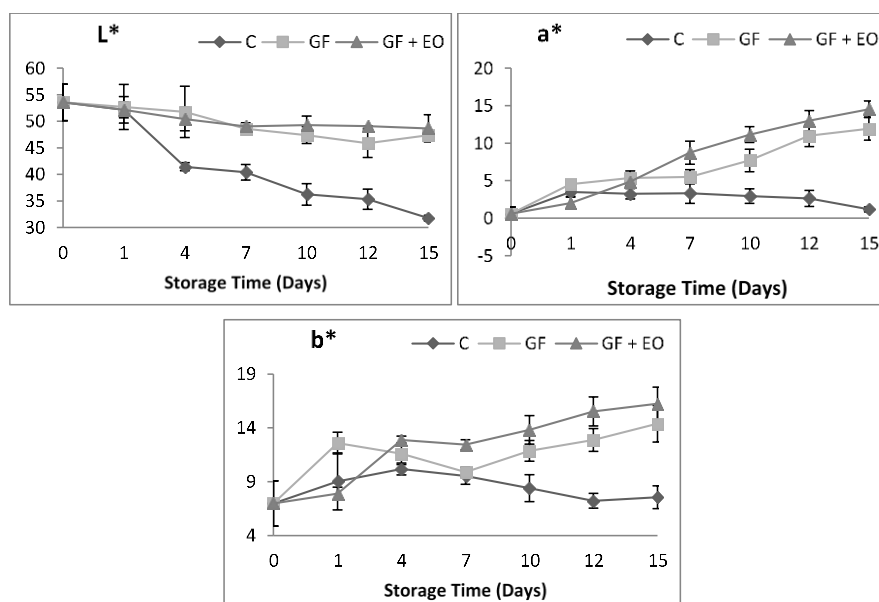


Figure 3. Melanosis changes in shrimp samples depending on the storage time (days)

### Color

The  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of the C, GF and GF+EO groups are shown in Fig. 4. At the beginning of storage, lightness ( $L^*$ ), redness ( $a^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ) values of shrimps was determined as 53.56, 0.60 and 6.98, respectively. A rapid decrease was observed for the  $L^*$  value of the control group. Gelatin coatings (for both GF and GF+EO groups) had a positive effect on the  $L^*$  value.  $a^*$  and  $b^*$  values increased for gelatin coated groups while they decreased in the control group. EO incorporation positively resulted in higher redness values. It was observed that film coating and EO incorporation had a good effect on the  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of the shrimps. In a study of Alotaibi and Tahergorabi (2018) who coated shrimps with sweet potato starch-based coating with or without thyme essential oil, the enhancement of  $L^*$  value had been attributed to the light scattering that resulted from the emulsion created when oil was mixed with an edible coating. Gokoglu and Yerlikaya (2008) reported that the  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  values of the shrimps are in good agreement with the sensory melanosis scores for their study of coating shrimps with grape seed extract. Aşık and Candoğan (2014) studied the effect of chitosan-based edible coatings (CC) incorporated with garlic (*Allium sativum*) oil at 0.5, 1.0 and 1.5% on *Parapenaeus longirostris* meat quality during refrigerated storage and resulted that CC application with or without GO generally resulted in higher lightness ( $L^*$ ), and lower redness ( $a^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ) values.



**Figure 4.** Changes in the measured instrumental color parameters of non-coating and coated shrimp samples during cold storage; a) lightness ( $L^*$ ), b) redness ( $a^*$ ) and c) yellowness ( $b^*$ )

### Results of Chemical Analysis

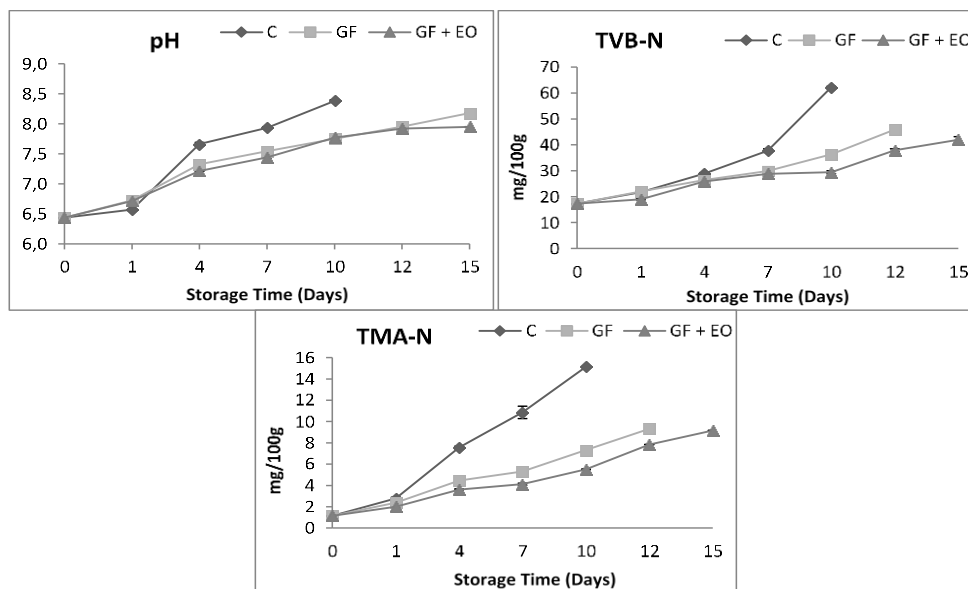
It is known that shrimps are dipped to sodium metabisulphite solutions as soon as they are harvested on board. So, to determine whether the test groups of the present study had been dipped into the sodium metabisulphite solution,  $\text{SO}_2$  amount in fresh shrimp meat was determined. Residual sulfur dioxide ( $\text{SO}_2$ ) of the fresh shrimps was detected as 0.25 mg/kg. This amount corresponds to 0.37 mg/kg as sodium metabisulfite residue. Measured residual  $\text{SO}_2$  level of our study samples may be originated from the contaminated equipment's used during transportation and was below the limit values. In Europe, the amount of sulfites in the edible part of fresh *Penaideae* crustacean family is restricted to 0.15–0.3 g  $\text{SO}_2 \text{ kg}^{-1}$  according to the size of the crustacean (EPCD, 1995).

The results of pH, TVB-N and TMA-N measurements of the analysis groups during refrigerated storage ( $4^\circ\text{C}$ ) for 15 days are shown in Fig. 5. It was reported that shrimp pH of 7.7 or less indicates prime quality, 7.70–7.95 shows poor but acceptable quality and 7.95 or greater represents unacceptable quality (Shamshad et al., 1990; Çolakoğlu et al., 2006). Initial pH value was measured as 6.44 for the present study. Group C, G and G+OL exceeded the acceptable upper limit of 7.95 on days 7, 12 and 15 of the storage, respectively. Aşık and Candoğan (2014) defined that chitosan coating resulted in the decrease of pH values of the shrimp samples, as compared with the control group, likely because of the low pH of the chitosan coating solution, resulting from acetic acid incorporation into the formulation.

It was suggested that 30 mg/100 g TVB-N value is an acceptable limit value for shrimps (Shamshad et al., 1990). The initial value of TVB-N content in shrimps was 17.32 mg/100 g of shrimp. There was a statistically significant increase for all test groups throughout the storage period ( $P < 0.05$ ). The control group (37.73 mg/100 g) exceeded the acceptable limit value on the 7<sup>th</sup> day, while GF and GF+EO groups exceeded the acceptable limit value on days 10 and 12 of the storage, respectively. Aşık and Candoğan (2014) reported the initial TVB-N value (day 0) of shrimp meat as 20.72 mg/100g. They also indicated that TVB-N values for all groups showed significant increases over time and exceeded the upper limit for spoilage in the uncoated group at day 3, and in chitosan coated groups with or without garlic oil at day 5. Lopez-Caballero et al. (2018) studied the Melanosis-inhibiting formulations on quality of deepwater pink shrimp and resulted that TVB-N decreased in all groups after the treatments which was attributed to the release of basic compounds to the aqueous media, since the treatments were applied in solution.

The initial value of TMA-N content in shrimps was 1.15 mg/100g. Varlık et al. (2000) detected the initial TMA-N value of *P. longirostris* shrimps stored at  $4^\circ\text{C}$  as 1.75 mg/100g. Zeng et al. (2005) showed that the initial TMA value of the shrimp (*Pandalus borealis*) was 0.5 mgN/100 g at the

beginning of storage and observed a significant increase throughout the storage ( $P<0.05$ ). Control, GF and GF+EO groups exceeded the acceptable limit value of TMA-N on days 7, 12 and 15 of the storage, respectively. There was a statistically significant difference between control and the others for TMA-N values ( $P<0.05$ ). Varlık et al. (1993) suggested the consumable limit value of TMA-N as 1-8 mg/100 g for seafood as 8 mg/100 g TMA-N value indicates the unconsumable seafood.



**Figure 5.** pH, TVB-N and TMA-N values of non-coated and coated shrimp samples during cold storage

The results of TBA, PV and FFA measurements of the analysis groups during refrigerated storage ( $4^{\circ}\text{C}$ ) for 15 days are shown in Fig. 6.

TBA has been used as a good indicator of the lipid oxidation (Ojagh et al., 2010). Oxidative rancidity is one of the most important reasons that cause seafood deterioration. Such deteriorations are detected by measuring malondialdehydes, end products formed via the decomposition of primary and secondary lipid peroxidation products. It has been proposed that a maximum TBA value is 5 mg malonaldehyde/kg, while the seafood may be consumed up to a level of 8 mg malonaldehyde/kg in TBA value (Schormüller, 1969). The initial value of TBA content in shrimps was 0.17 mg malonaldehyde/kg. There was a statistically significant increase in the control group when compared to other groups ( $P<0.05$ ). According to Ojagh et al. (2010) TBA values of the chitosan plus cinnamon oil coated rainbow trout samples reached significantly ( $P<0.05$ ) lower TBA value than the control and only chitosan coated groups, at the end of the 16 days of the storage.

The primary products of unsaturated fatty acid oxidation are peroxides. For this reason, peroxides that are formed initially are accepted as the quality indices. Ludorff and Meyer (1973) proposed that the peroxide values between 0-2 mmol  $\text{O}_2/\text{kg}$  are “very good”, 2-5 is mmol  $\text{O}_2/\text{kg}$  “good”, 5-8 mmol  $\text{O}_2/\text{kg}$  is “acceptable” and 8-10 mmol  $\text{O}_2/\text{kg}$  is “spoiled”, for determining the freshness of fish. The initial value of PV in shrimps was 0.79 meq  $\text{O}_2/\text{kg}$ . PV values of all groups increased significantly throughout the storage ( $P<0.05$ ). The increase of the PV value for the control group was higher than other groups and the limit PV level was exceeded after 10 days of the storage. EO-incorporation was more effective on peroxide value of the shrimps than the other groups. Okpala, Choo, and Dykes (2014) determined the shelf-life and quality changes in Pacific white shrimp and reported the initial PV value was  $1.56\pm 0.27$  mEq of  $\text{O}_2/\text{kg}$  for fresh samples.

Free fatty acids (FFA) formed after lipid hydrolysis are highly contributed to rancidity (Chaouky et al., 2008). The initial hydrolytic rancidity as evaluated by FFA value of the shrimps was 0.24 (expressed as a percent of oleic acid). Control group reached the acceptable FFA values on the 12<sup>th</sup> day of the storage with 8.92 %. During the 15 days’ storage period, GF and GF+EO groups remained below the FFA limit values. Coating with chitosan with or without EO resulted in preventing the free fatty acid formation. In a study of Bhadra et al. (2012), it is recommended that a level of FFA in



seafood is 10-12 mg% as a limit of acceptability. They reported that the FFA values of the control and chitosan coated *Penaeus monodon* samples increased significantly ( $p < 0.05$ ) with storage time.

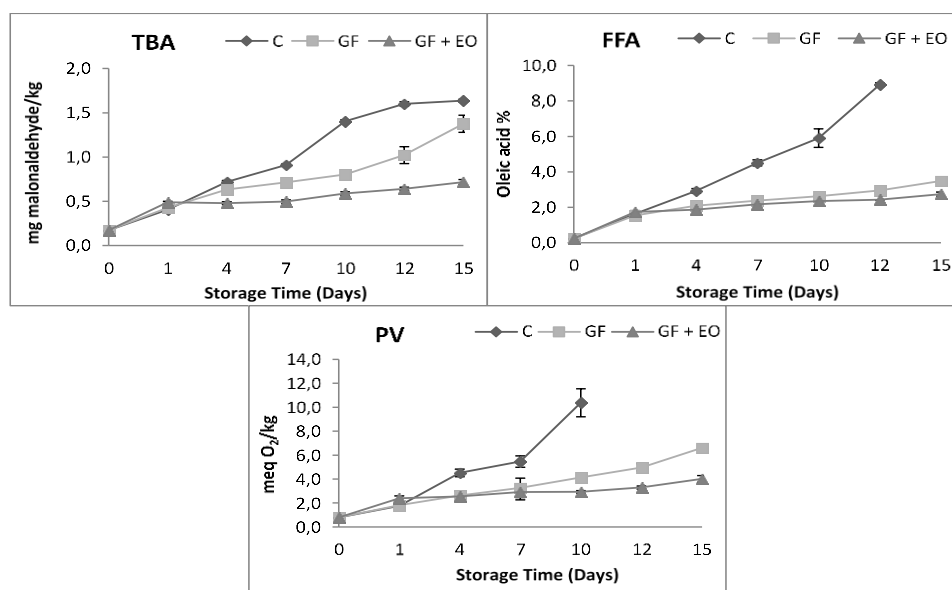


Figure 6. TBA, PV and FFA values of non-coated and coated shrimp samples during cold storage

### Results of Microbiological Analysis

Total viable counts (TVC), Psychrotrophic bacteria (PB), Total Coliform Bacteria (TCB) and Enterobacteriaceae (EB) counts of shrimps during 15 days cold storage are shown in Fig. 7. For fresh seafood species, the microbiological limit for TVC and PB is reported to be 7 log/g or log/cm<sup>2</sup> (Çelikel and Kavas, 2008). The initial TVC of the shrimps was calculated as 3.7 log CFU/g. TVC value of the control group was found to be not significant until the 7<sup>th</sup> day of the storage but exceeded the limit value of 7 log CFU/g after 7 days of the storage period. Yuan et al. (2016) resulted that chitosan coating combined with green tea extract inhibited the total flora of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) significantly during 9 days' storage in ice. The initial PB of fresh shrimp was found to be 2.5 log<sub>10</sub> CFU/g. There were significant increases for C, GF and GF+EO groups throughout the storage ( $P < 0.05$ ) and control group reached the limit value of 7 log CFU/g after 10 days of the storage period. The inhibition effect of OPEO against PB was observed during refrigerated storage of 15 days.

The acceptable limit value of TCB count of seafood is reported as 160–210 MNP/g (Jay, Loessner, and Golden, 2005). On the other hand, ICMSF (1986) and EU (2005) stated the limit for fresh and frozen fish as <100 MNP/g. For fresh shrimp, the initial TCB count was calculated as 1.5 MNP/g. A rapid increase was observed in the control group after 7 days of storage ( $P < 0.05$ ) and TCB value reached 9 MNP/g after 12 days. TCB count of all groups was below the limit value throughout the storage period. It was observed that OPEO incorporation the TCB growth of shrimps under refrigerated conditions. The initial amount of TCB may be due to poor post-harvest handling or poor personnel hygiene practices during transport.

The initial Enterobacteriaceae count of the fresh shrimps was detected as 3.2 log CFU/g. There was an increase of Enterobacteriaceae count for Group C after 10 days' storage which was found to be statistically significant ( $P < 0.05$ ). The effect of edible coatings on *E. coli* in the coliform bacteria group has been determined by many researchers. According to the results, the combination of coatings with essential oil and plant extracts has been effective on *E. coli* (Çelikel and Kavas, 2008; Gómez-Estaca et al., 2009; Dyahningtyas, 2010).

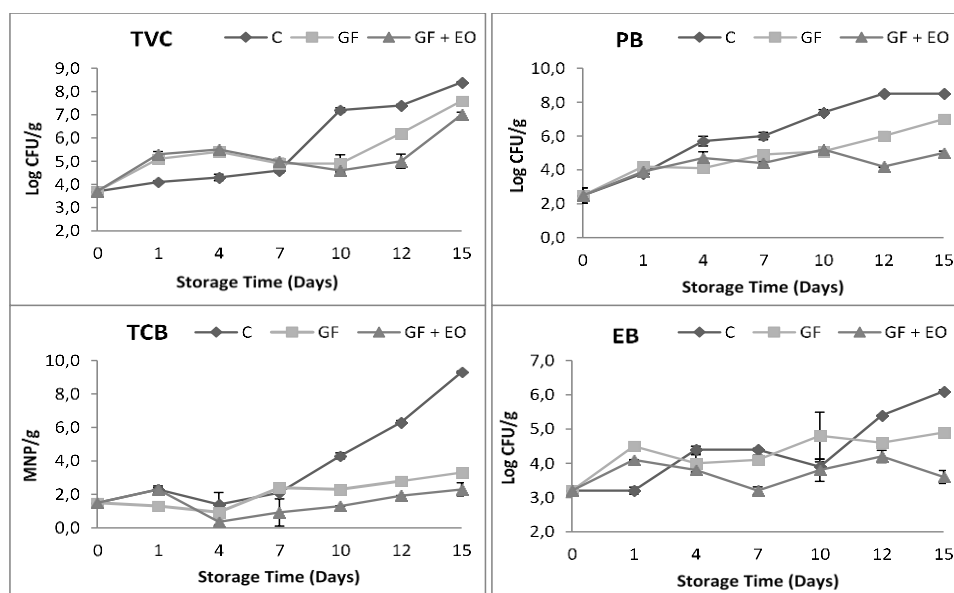


Figure 7. TVC, PB, TCB and EB counts of non-coated and coated shrimp samples during cold storage

## CONCLUSIONS

GF+EO (gelatin and orange peel essential oil) maintained the sensory characteristics of shrimp within the acceptable limits during the storage period. The combination of gelatin film and OPEO was effective in extending the shelf-life of fresh shrimps to 15 days (Group GF+EO). Control group samples without gelatin film had a shelf-life of 7 days (Group C) and the only gelatin coated group had 12 days (Group G). The incorporation of OPEO to gelatin films extended the shelf-life of shrimps for nearly 8 days more when compared to the uncoated control group. OPEO improved the quality of shrimp during the 15 days' storage period in terms of chemical indices determined in shrimp meat. Lipid oxidation and microbial growth were successfully inhibited in refrigerated shrimp. Incorporation of OPEO to gelatin coating inhibited the growth of microorganisms involved in shrimp spoilage and showed effective antimicrobial characteristics throughout the storage. Thus, gelatin film forming solution combined with OPEO provides an effective coating that can be applied as a natural preservative for shrimp under refrigerated storage and maintains its quality.

**Acknowledgement:** This study is a part of the Ph.D. thesis and supported by the Scientific Research Projects Unit of Mugla Sitki Kocman University (Project Number: 12/97).

## REFERENCES

- Alotaibi, S., & Tahergorabi, R. (2018). Development of a sweet potato starch-based coating and its effect on quality attributes of shrimp during refrigerated storage. *LWT*, 88, 203-209.
- Alparslan, Y., & Baygar, T. (2017). Effect of chitosan film coating combined with orange peel essential oil on the shelf life of deepwater pink shrimp. *Food and Bioprocess Technology*, 10(5), 842-853. doi: 10.1007/s11947-017-1862-y
- Antonacopoulos, N. (1973). Bestimmung des Flüchtigen Basenstickstoofs. In W. Ludorf & V. Meyer (Eds.), *Fische und Fischerzeugnisse*, Berlin: Aulage Verlag Paul Parey., 224-225.
- AOAC (1990). Official methods of analysis of AOAC International. 13th ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA, Method No. 950.46.
- AOAC (2000). Sulfites in foods and beverages, ion exclusion chromatographic method. AOAC Official Methods of Analysis. Official Method No. 990.31.
- AOAC (2006a). Official methods of analysis of AOAC International. 18th ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA, Method No. 934.01.
- AOAC (2006b). Official methods of analysis of AOAC International. 13th ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA, Method No. 984.13.
- AOCS (1998). Official Method Cd 8-53. In: D. Firestone, Ed., *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, 5th Edition, AOCS, Champaign.

- Arancibia, M. Y., Lopez-Caballero, M. E., Gomez-Guillen, M. C., & Montero, P. (2015). Chitosan coatings enriched with active shrimp waste for shrimp preservation. *Food Control*, 54, 259-266. doi: 10.1016/j.foodcont.2015.02.004
- Artharn, A., Prodpran, T., & Benjakul, S. (2009). Round scad protein-based film: Storage stability and its effectiveness for shelf-life extension of dried fish powder. *LWT-Food Science and Technology*, 42(7), 1238-1244. doi: 10.1016/j.lwt.2008.08.009
- Aşık, E., & Candoğan, K. (2014). Effects of chitosan coatings incorporated with garlic oil on quality characteristics of shrimp. *Journal of Food Quality*, 37(4), 237-246. doi: 10.1111/jfq.12088
- Bao, S., Xu, S., & Wang, Z. (2009). Antioxidant activity and properties of gelatin films incorporated with tea polyphenol-loaded chitosan nanoparticles. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 89(15), 2692-2700. doi:10.1002/jsfa.3775
- Bertan, L. C., Tanada-Palmu, P. S., Siani, A. C., & Grosso, C. R. F. (2005) Effect of fatty acids and 'Brazilian elemi' on composite films based on gelatin. *Food Hydrocolloid*, 19, 73-82
- Bhadra, S., Dora, K. C., Sarkar, S., Chowdhury, S., & Ganguly, S. (2012). Effect of chitosan coating on shelf life of black tiger shrimp (*Penaeus monodons*). *Exploratory Animal and Medical Research*, 2(2), 155-165.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry Physiology*, 37(8), 911-917. doi: 10.1139/o59-099
- Cao, R., Xue, C. H., & Liu, Q. (2009) Changes in microbial flora of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) during refrigerated storage and its shelf-life extension by chitosan. *International Journal of Food Microbiology*, 131(2-3), 272-276. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.03.004.
- Çelikel, N., & Kavas, G. (2008). Antimicrobial properties of some essential oils against some pathogenic microorganisms. *Czech Journal of Food Sciences*, 26(3), 174-181.
- Chana-Thaworn, J., Chanthachum, S., & Wittaya, T. (2011). Properties and antimicrobial activity of edible films incorporated with kiam wood (*Cotyleobium lanceotatum*) extract. *LWT-Food Science and Technology*, 44(1), 284-292. doi:10.1016/j.lwt.2010.06.020
- Chaouqy, N. E., Gallardo, J. M., El Marrakchi, A., & Aubourg, S. (2008). Lipid damage development in anchovy (*Engraulis encrasicolus*) muscle during storage under refrigerated conditions. *Grasas y Aceites*, 59(4), 309-315. doi:10.3989/gya.2008.v59.i4.523
- CIE (1976). 18th Session, London, U.K., Sept. 1975. CIE Publication 36, Paris, France.
- Çolakoğlu, F. A., Ormancı, H. B., & Altın, A. (2006). Determination of the shelf life of fresh shrimp (*Parapaneus longirostris*) treated with Frische-Star. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(3), 383-386.
- Djenane, D. (2015). Chemical profile, antibacterial and antioxidant activity of Algerian citrus essential oils and their application in *Sardina pilchardus*. *Foods*, 4(2), 208-228. doi:10.3390/foods4020208.
- Dutta, P. K., Tripathi, S., Mehrotra, G. K., & Dutta, J. (2009) Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. *Food Chemistry*, 114(4), 1173-1182. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.11.047
- Dyahningtyas, T. E. (2010). Potency of chitosan as a bioactive edible coating for preservation of meat of common shrimps (*Crangon crangon*). PhD Thesis, University of Hamburg, Hamburg, 2010: 193.
- EPCD (1995). European Parliament and Council Directive No 95/2/EC of 20 February 1995 on food additives other than colours and sweeteners (1995) Official Journal No L61, 18, (3), 1-56.
- EU (2005). Causes of detentions and rejections in international fish trade. 2nd ed. European Union, Blackwell Scientific Publications, pp.152-163.
- FDA/BAM (2002). Food and drug analyses/bacteriological analytical manual, chapter 4: total coliform bacteria count. Silver Spring, MD, USA: U.S. Food and Drug Administration.
- FDA/BAM (2009). Food and drug analyses/bacteriological analytical manual, chapter 3: aerobic plate count. Silver Spring, MD, USA: U.S. Food and Drug Administration.
- Gökoğlu, N., & Yerlikaya, P. (2008). Inhibition effects of grape seed extracts on melanosis formation in shrimp (*Parapaneus longirostris*). *International Journal of Food Science Technology*, 43(6), 1004-1008. doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01553.x
- Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., Gómez-Guillén, M. C., Lopez-Caballero, M. E., & Montero, P. (2009). Antimicrobial activity of composite edible films based on fish gelatin and chitosan incorporated with clove essential oil. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 18(1-2), 46-52. doi: 10.1080/10498850802581252
- Gómez-Guillén, M. C., Ihl, M., Bifani, V., Silva, A., & Montero, P. (2007). Edible films made from tuna-fish gelatin with antioxidant extracts of two different murta ecotypes leaves (*Ugni molinae* Turcz). *Food Hydrocolloids*, 21(7), 1133-1143. doi: 10.1016/j.foodhyd.2006.08.006
- Gürsoy, N., Tepe, B., & Sökmen, M. (2010). Evaluation of the chemical composition and antioxidant activity of the peel oil of *Citrus nobilis*. *International Journal of Food Properties*, 13(5), 983-991. doi:10.1080/10942910902927136

- Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86(6), 985-990. doi:10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x
- ICMSF (1982). Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. Microorganisms in food. International Commission on the Microbiological Specification of Foods. Toronto Press, Toronto, Canada.
- ICMSF (1986). International Commission on Microbiological Specifications for foods. In: Microorganisms in foods. Sampling for microbiological analysis: principles and scientific applications, Vol. 2. Toronto, Canada. ICMSF (eds). University of Toronto Press.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). Modern Food Microbiology, 7<sup>th</sup> Edn., Springer Science + Business, Media Inc., New York, 2005; 56.
- Jongjareonrak, A., Benjakul, S., Visessanguan, W., Prodpran, T., & Tanaka, M. (2006) Characterization of edible films from skin gelatin of brownstripe red snapper and bigeye snapper. *Food Hydrocolloids*, 20(4), 492-501. doi: 10.1016/j.foodhyd.2005.04.007
- Kamal, G. M., Anwar, F., Hussain, A. I, Sarri, N., & Ashraf, M. Y. (2011). Yield and chemical composition of Citrus essential oils as affected by drying pretreatment of peels. *International Food Research Journal*, 18(4), 1275-1282.
- López-Caballero, M. E., Martínez-Álvarez, O., Gómez-Guillén, M. C., & Montero, P. (2018). Several melanosis-inhibiting formulas to enhance the quality of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 51, 91-99.
- López-Caballero, M. E., Martínez-Alvarez, O., Gómez-Guillén, M. D. C., & Montero P. (2007). Quality of thawed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with melanosis-inhibiting formulations during chilled storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(9), 1029-1038. doi: 10.1111/j.1365-2621.2006.01328.x
- Ludorff, W., & Meyer, V. (1973). Fische und fischerzeugnisse (Vol. 6). Paul Parey, 1973.
- Manthey, M., Karnop, G., & Rehbein, H. (1988). Quality changes of European catfish from warm-water aquaculture during storage ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 23(1), 1-9. doi:10.1111/j.1365-2621.1988.tb00543.x
- Montville, T. J., & Matthews, K. R. (2007). *Food microbiology: an introduction* (No. Ed. 2). ASM press.
- Nilsuwan, K., Benjakul, S., & Prodpran, T. (2016). Quality changes of shrimp cracker covered with fish gelatin film without and with palm oil incorporated during storage. *International Aquatic Research*, 8(3), 227-238.
- Nirmal, N. P., & Benjakul, S. (2009). Melanosis and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) treated with catechin during iced storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(9), 3578-3586. doi:10.1021/jf900051e.
- Ojagh, S. M, Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120(1), 193-198. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.10.006
- Okpala, C. O. R., Choo, W. S., & Dykes, G. A. (2014). Quality and shelf life assessment of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) freshly harvested and stored on ice. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 110-116. doi:10.1016/j.lwt.2013.07.020
- Otwell, W. S., & Marshall, M. (1986). Studies on the use of surfices to control shrimp melanosis (blackspot). Florida sea grant college technical paper No. 46, Florida, 1-18.
- Rattaya, S., Benjakul, S., & Prodpran, T. (2009). Properties of fish skin gelatin film incorporated with seaweed extract. *Journal of Food Engineering*, 95(1), 151-157. doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.04.022
- Rivero, S., García, M. A., & Pinotti, A. (2009). Correlations between structural, barrier, thermal and mechanical properties of plasticized gelatin films. *Innovative Food Science Emerging Technologies*, 11(2), 369-375. doi:10.1016/j.ifset.2009.07.005
- Rosa, R., & Nunes, M. L. (2004). Nutritional quality of red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso), pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas), and Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(1), 89-94. doi:10.1002/jsfa.1619
- Sawamura, M. (2011). Citrus essential oils: flavor and fragrance. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 398p.
- Schormüller, J. (1968). Handbuch der Lebensmittel Chemie. Band III/2 Teil. Tierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 1482-1537.
- Schormüller, J. (1969). Handbuch der lebensmittelchemie (Band IV). BerlinHeidelberg-New York: Springer Verlag.
- Shamshad, S. I., Riaz, M., Zuberi, R., & Qadri, R. B. (1990). Shelf life of shrimp (*Penaeus merguensis*) stored at different temperatures. *Journal of Food Science*, 55(5), 1201-1205. doi:10.1111/j.1365-2621.1990.tb03898.x
- Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Dalla Rosa, M. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 19(12), 634-643. doi: 10.1016/j.tifs.2008.07.003

- Tarladgis, B. G, Watts, B. M, Younathan, M. T., & Dugan, T. L. (1960). A distillation method for quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37(1), 44-48. doi:10.1007/BF02630824
- Tongnuanchan, P., Benjakul, S., & Prodpran, T. (2012). Properties and antioxidant activity of fish skin gelatin film incorporated with citrus essential oils. *Food Chem.* 134(3), 1571-1579. doi:10.1016/j.foodchem.2012.03.094
- Varlık, C., Baygar, T., Özden, Ö., Erkan, N., & Mol, S. (2000). Sensory evaluation and determination of some physical and chemical characteristics of shrimp during gold storage. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24(3), 181-186.
- Varlık, C., Gökoğlu, N., & Gün, H. (1993). Storage of frozen shrimp (in Turkish), *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10, 71-81.
- Vásconez, M. B., Flores, S. K., Campos, C. A., Alvarado, J., & Gerschenson, L. N. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*, 42(7), 762-769. doi:10.1016/j.foodres.2009.02.026
- Wan, V. C. H., Lee, C. M., & Lee, S. Y. (2007). Understanding consumer attitudes on edible films and coatings: Focus group findings. *Journal of Sensory Studies*, 22(3), 353-366. doi: 10.1111/j.1745-459X.2007.00108.x
- Yanar, Y., & Celik, M. (2006). Seasonal amino acid profiles and mineral contents of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* De Haan, 1844) and speckled shrimp (*Metapenaeus monoceros* Fabricus, 1789) from the Eastern Mediterranean. *Food Chemistry*, 94(1), 33-36. doi:10.1016/j.foodchem.2004.09.049
- Yen, G. C., & Hsieh, P. P. (1995). Antioxidative activity and scavenging effects on active oxygen of xylose-lysine maillard reaction products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67(3), 415-420. doi: 10.1002/jsfa.2740670320
- Yuan, G., Zhang, X., Tang, W., & Sun, H. (2016). Effect of chitosan coating combined with green tea extract on the melanosis and quality of Pacific white shrimp during storage in ice. *CyTA-Journal of Food*, 14(1), 35-40.
- Zeng, Q. Z., Thorarinsdottir, K. A., & Olafsdottir, G. (2005). Quality changes of shrimp (*Pandalus borealis*) stored under different cooling conditions. *Journal of Food Science*, 70(7), 459-466. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.tb11493.x

**Ankara ve Çanakkale’de Su Ürünleri Tüketim Tercihleri ve Alışkanlıklarının Karşılaştırılması****Sercan BAYRAKTAR<sup>1</sup>, Sebahattin ERGÜN\*<sup>1</sup>, Zayde AYVAZ<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiricilik Bölümü, Çanakkale, Türkiye<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Deniz Teknoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale, Türkiye\* Sorumlu Yazar: [sergun@comu.edu.tr](mailto:sergun@comu.edu.tr)**Araştırma Makalesi**

Geliş 28 Kasım 2018; Kabul 07 Mart 2019; Basım 01 Haziran 2019.

**Alıntılama:** Bayraktar, S., Ergün, S., & Ayvaz, Z. (2019). Ankara ve Çanakkale’de su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıklarının karşılaştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 213-226. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.489281>**Özet:**

Bu çalışma, Ankara ve Çanakkale illerinde yaşayan kişiler arasından rastgele seçilen 200 kişiye, 20 sorudan oluşan anket çalışması uygulanarak kişilerin su ürünleri tüketim tercihleri ve davranışlarının belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Anketten doğru sonuçlar elde edebilmesi amacıyla ankete katılan kişilerin yaş, cinsiyet, meslek, bölge dağılımı, eğitim seviyesi ve gelir düzeyi gibi sosyo-demografik (karakteristik) kriterlere dikkat edilmiştir. Anket sonuçları, MS – Excel programında ve SPSS istatistiksel analiz programında analizler yapıp, grafiklere dönüştürülerek karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Ankete katılanların % 52’sinin su ürünleri tüketiminin <1 kg altında olduğu ve sadece % 59’unun av yasaklarına ve balık boyuna dikkat ederek balığı satın aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, anket katılımcılarının % 34’ü kırmızı eti, % 28’si ise balık etini tercih ederek kırmızı eti balık etine göre daha çok tükettiklerini belirtmektedirler. Mevsimsel olarak balık tüketim oranları incelendiğinde ilkbaharda % 13, yaz % 19, sonbaharda % 31 ve kışın % 37 oranında olduğu görülmüş ve ilkbahardan kışa doğru balık tüketiminde artış olduğu görülmektedir. Ayrıca, tüketici tercihleri incelendiğinde % 43.5’inin avcılıkla elde edilen balığı, % 47’si taze olan balığı ve % 58’i de deniz balığını tükettiklerini belirtmişlerdir. Katılımcıların, % 81’nin haftada bir ya da ayda bir balık tüketmeyi tercih ettikleri belirlenmiştir. Her iki ilde yapılan anket çalışmasına göre, Ankara’da denize olan uzaklık nedeni ile daha düşük bir seviyede su ürünleri tüketimi beklenmiştir. Ancak, Ankara’da da balık tüketiminin beklenenden yüksek olup Çanakkale ile benzer olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, ankete katılan kişilerin su ürünleri tüketimi hakkında ve sağlık açısından faydaları konusunda bilinçli oldukları ancak, et ürünleri tüketimi toplamı ile karşılaştırıldığında su ürünleri tüketim oranlarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

*Anahtar kelimeler:* Su ürünleri tüketimi, anket, tüketici alışkanlıkları, tüketici tercihleri.**Comparison of Seafood Consumption Preferences and Habits in Ankara and Çanakkale (Turkey)****Abstract:**

This study aims to determine the consumption behavior of seafood of people in Ankara and Çanakkale by a questionnaire composed of 20 questions. The questionnaire was applied on random 200 people. Some characteristics such as age, gender, profession, educational status and income level of people considered for correct results. Results analyzed, on MS-Excel and SPSS software and achieved charts due to these results. 52 % of peoples that joined survey consumption of seafood lower than 1 kg and 59 % of them were sensitive for fishing ban and fish sizes. Furthermore, 34 % of people preferred red meat and 28 % of them preferred fish meat. Searching consumption of seafood due to seasons; 13 % in spring, 19 % in summer, 31 % in fall and 37 % in winter. And also, from spring to winter, consumption of seafood has increased. Besides, due to preferences of consumption determined as 43.5 % from hunting and 56.5 % from aquaculture of seafood, 47 % fresh fishes and 58 % natural fish. 81 % of total people have been eaten seafood one of a week or a month were determined. According to the survey conducted in both provinces, the consumption of fish is expected to be at a lower level in Ankara due to its distance from sea. However, fish consumption in Ankara was higher than expected and found to be similar to Çanakkale. Generally, people joined the survey were aware about the advantages of the consumption of seafood and health but, consumption of red meat higher than seafood.

*Keywords :* Seafood consumption, Survey, consumer habits, consumer preferences.

## GİRİŞ

Beslenme alışkanlıklarındaki değişimler tüketici bilincini arttırmış ve karbonhidrat ağırlıklı beslenme yerine sağlıklı karbonhidratlar ile protein içeriği yüksek gıdalara olan ilgi yükselmiştir. Et grubu protein alımlarında ise beyaz et erişilebilirlik ve fiyat açısından popülerliğini korumaktadır. Bununla birlikte tavuk eti ile ilgili çeşitli ön yargıların ortaya çıkışı, balık etine olan güveni arttırmıştır.

Su ürünleri ihtiva ettiği zengin besin bileşikleri nedeni ile oldukça değerli bir gıda ürünüdür (Atar ve Alçiçek, 2009,). Haftada en az iki kez ve en az bir kez yağlı bir balık tüketilmesi önerilmektedir. Hamile ve emziren anneler içinse predatör balıkların sınırlı yenmesi ve kılıç balığı gibi civa içeriği fazla olma ihtimali olan balıklarında yenmemesi tavsiye edilmiştir (Leblanc, 2006; Hibbeln vd., 2007; Bemrah vd., 2009). Türkiye’de toplam su ürünleri üretim miktarı 2016 yılında 588.715 ton ve kişi başına tüketim miktarı ise 5,4 kg olarak kaydedilmiştir (TÜİK, 2018).

Türkiye, su ürünleri üretim miktarı yüksek bir ülkedir, tüketim açısından ise Avrupa ortalamasının oldukça altında bulunmaktadır (Oğuzhan ve Atamanalp, 2009). Su ürünleri tüketimimiz ile ilgili bu durumun gözden geçirilmesi ve nedenleri üzerine gidilerek çözümler üretilmesi gerekmektedir (Çaylak, 2013). Ancak su ürünlerinin tüketim sıklığını araştıran pek çok çalışmada beklenen yüksek tüketim değerlerine rastlanmamıştır (Tolon, 2003; Orhan ve Yüksel, 2010; Saygı vd., 2015).

Bu çalışmada, denize kıyısı olan (Çanakkale) ve olmayan (Ankara) olarak iki farklı ilde yaşayan ve rastgele seçilen kişilere, su ürünleri tüketimi ve tüketim tercihleri üzerine cinsiyet, yaş, eğitim ve gelir düzeyi gibi faktörlerin etkisinin belirlenmesi amacı ile bir anket uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda hangi faktörün su ürünleri tüketimi ve tercihlerini nasıl etkilediği, katılımcıların öncelikle su ürünlerine bakış açısı tüketim sıklığı, kişi başına düşen su ürünleri tüketimi, satın alma tercihleri ve etkileyen faktörler ortaya konmaya çalışılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Çalışma Alanı

Denize kıyısı olan ve kişi başına su ürünleri tüketiminin nispeten yüksek olduğu düşünülen Çanakkale ve denize kıyısı olmayan Ankara şehir merkezlerinde yaşayan halkın su ürünleri tüketim alışkanlıklarında ve davranışlarında yaşadıkları coğrafyanın etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Anketten doğru sonuçlar elde edilebilmesi amacıyla ankete katılan kişilerin yaş, cinsiyet, meslek, bölge dağılımı, eğitim seviyesi ve gelir düzeyi gibi kriterlere dikkat edilmiştir. Anket çalışması, Ankara’da 100 kişi ve Çanakkale’de 100 kişi olmak üzere toplam 200 katılımcıyla yüz yüze görüşerek kişilere verilen anket formu aracılığı ile 2015 yılı Nisan ve Mayıs aylarında uygulanmış ve örnek veriler toplanmıştır. Su ürünleri tüketim alışkanlıklarının karşılaştırılması ve ortaya doğru sonuçların konması için her iki ilde eşit sayıda kişiye anket uygulanmıştır.

### Kullanılan Anket

Çalışmada kullanılan 20 soruluk anket Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Anket formu

<b>Su ürünleri tüketici tercihleri anket formu</b>	
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi	
Tarih:	
Cinsiyet: a) Kadın b) Erkek	
1- Yaşınız?	
<input type="checkbox"/> ≤18 <input type="checkbox"/> 18-25 <input type="checkbox"/> 25-35 <input type="checkbox"/> 35-45 <input type="checkbox"/> >45	
2- Öğrenim durumunuz?	
<input type="checkbox"/> ilköğretim <input type="checkbox"/> Lise <input type="checkbox"/> Lisans <input type="checkbox"/> Lisansüstü	
3- Mesleğiniz?	
<input type="checkbox"/> Özel sektör <input type="checkbox"/> Kamu sektörü <input type="checkbox"/> Emekli <input type="checkbox"/> Öğrenci <input type="checkbox"/> Ev hanımı	
4 -Gelir düzeyiniz nedir?	
<input type="checkbox"/> 500-1000 <input type="checkbox"/> 1001-1500 <input type="checkbox"/> 1501-2000 <input type="checkbox"/> 2001-2500 <input type="checkbox"/> >2500	
5- Daha çok hangi eti tüketiyorsunuz?	
<input type="checkbox"/> Balık <input type="checkbox"/> Kırmızı et <input type="checkbox"/> Beyaz et <input type="checkbox"/> Kabuklu <input type="checkbox"/> Hiçbiri	

---

6-Sizce diğer et türleri ile karşılaştırıldığında balık fiyatları nasıldır?  
 Ucuz  Normal  Pahalı  Fikrim yok

---

7- Ne kadar sıklıkla balık tüketiyorsunuz?  
 Haftada birden fazla  Haftada bir  Ayda bir  Hiç

---

8- Balığı tercih etmenizin sebebi nedir?  
 Sağlıklı olması  Damak tadı  Ucuz olması  Besleyici olması

---

9- Balığı nerden satın alıyorsunuz?  
 Pazar yeri  Balık hali  Süpermarket  Kendim avlıyorum

---

10-Balık satın alırken taze olup olmadığına karar verirken ilk dikkat ettiğiniz özellik nedir?  
 Deri parlaklığı  Göz  Solungaç  Satıcıya güven

---

11- Balık alırken, av yasağı zamanlarına ve balık boyuna dikkat ediyor musunuz?  
 Evet  Hayır

---

12-Hangi mevsimde daha çok su ürünleri tüketiyorsunuz?  
 İlkbahar  Yaz  Sonbahar  Kış

---

13- En çok tükettiğiniz su ürünleri hangisi?  
 Deniz balığı  Tatlısu balığı  
 Kabuklu(karides, midye vs)  Yumuşakça (kalamar, ahtapot, vs)

---

14- Ailenizin aylık su ürünleri tüketim miktarı ne kadardır?  
 <1 kg  1-3 kg  4-7 kg  >8 kg

---

15- Balık tüketme biçiminiz?  
 Taze  Donmuş  Konserve  Diğer

---

16-Hangi pişirme yöntemiyle balığı tüketiyorsunuz?  
 Kızartma  Izgara  Buğulama  Hepsi

---

17- Tüketim için yetiştiricilik mi avcılık balığını mı tercih edersiniz?  
 Avcılık  Yetiştiricilik (Kültür)

---

18- Balığı daha çok nerede tüketirsiniz?  
 Evde  Restoranda  Büfede (Balık ekmek- Fast-food)  Hepsi

---

19- Balık tüketimi ile ilgili size uygun olanı seçiniz?  
 Tüketimi çok gerekli değil  Sağlık açısından önemlidir  
 Kolay pişirildiğinden  Kötü koktuğu için pişirmem

---

20-Nerelisiniz/Hangi Bölge?  
 İç Anadolu  Doğu Anadolu  Güneydoğu  
 Akdeniz  Karadeniz  Ege  Marmara

---

### Anket Katılımcılarının Seçimi

Bu çalışma, Ankara ve Çanakkale illerinde yaşayan kişilerin su ürünleri tüketim tercihlerinin yansıtılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Anket çalışmasından doğru sonuçlar elde etmek için katılımcılardan doğru örnekleme alınmaya çalışılmıştır. Ankete katılanların cinsiyet, yaş, meslek, öğrenim durumu, gelir düzeyi ve bölge dağılımı gibi karakteristik özelliklerini oluşturan kriterler Türkiye ortalama yaşam standartlarına uygun olarak seçilip uygulanmıştır. Cinsiyet dağılımında; kadın ve erkek sayısındaki dengeli dağılımı, yaş dağılımında; genç, orta ve yaşlı yaş gruplarının yansıtılmasına, meslek seçimlerinde; emekli, öğrenci, ev hanımı ve çalışanların yansıtılmasına, öğrenim durumunda; ilköğretim, lise ve üniversite oluşan eğitim seviyelerinin yansıtılmasına, gelir düzeyinde; asgari ücret seviyesi altında, asgari ücret seviyesi ve asgari ücret seviyesi üstündeki ücret ortalamalarının yansıtılmasına dikkat edilmiştir.

### İstatistik Analiz

Anketten elde edilen veriler IBM SPSS (The Statistical Package for the Social Sciences) v17.0 paket programı kullanılarak istatistik olarak değerlendirilmiştir. Veriler tablolara aktarıldıktan sonra ilgili çapraz tablolar kurularak bağımsız değişkenle bağımlı değişkenler arasındaki ilişkilerin anlamlı olup olmadığının karşılaştırılmasında Chi-Kare önemlilik testi kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlılığı ise %95 düzeyinde kabul edilmiştir (p<0,05) (Büyüköztürk, 2008).

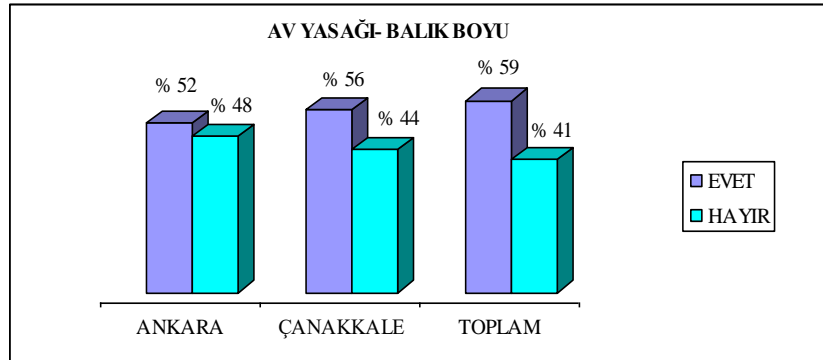


## TARTIŞMA ve SONUÇ

Anket katılımcılarına ait sosyo-ekonomik ve demografik veriler Tablo 2’de verilmiştir. 200 kişinin % 47’si kadın, % 53’ü erkektir. Ankete katılanların il bazında bölge dağılımına bakıldığında, Ankara ilinde % 28’i İç Anadolu ve % 22’si Doğu Anadolu bölgesinden yoğunlukta olduğu kişilerin yaşadığı; Çanakkale iline bakıldığında ise % 32’si Marmara ve % 30’u Ege bölgesinden katılımcıların ağırlıkta olduğu görülmektedir. Genel nüfus dağılımında ankete katılanların, % 22’si Marmara, % 20.5’i Ege, % 19’u İç Anadolu ve % 14’ü ise Doğu Anadolu’dan oluşan nüfus dağılımı tespit edilmiştir.

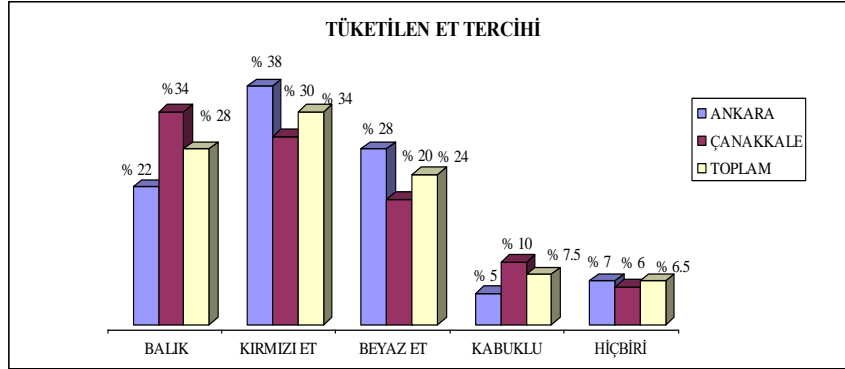
**Tablo 2.** Anket katılımcılarına ait sosyo-ekonomik ve demografik veriler

Cinsiyet	Kadın		Erkek		
ANKARA F (frekans)	48		52		
ÇANAKKALE F (frekans)	46		54		
Toplam (%)	% 47		% 53		
Soru	A	B	C	D	E
Yaş	≤18	18-25	25-35	35-45	>45
Ankara F	21	25	18	17	19
Çanakkale F	18	27	22	15	18
Toplam (%)	% 19.5	% 26	% 20	% 16	% 18.5
Öğrenim durumu	İlköğretim	Lise	Lisans	Lisansüstü	
Ankara F	29	39	25	7	
Çanakkale F	31	37	21	11	
Toplam (%)	% 30	% 38	% 23	% 9	
Meslek	Özel sektör	Kamu	Emekli	Öğrenci	Ev hanımı
Ankara F	19	16	24	20	21
Çanakkale F	16	18	22	25	19
Toplam (%)	% 17.5	% 17	% 23	% 22.5	% 20
Gelir düzeyi TL	500-1000	1001-1500	1501-2000	2001-2500	>2500
Ankara F	32	27	18	13	10
Çanakkale F	33	25	17	16	9
Toplam (%)	% 32.5	% 26	% 17.5	% 14.5	% 9.5



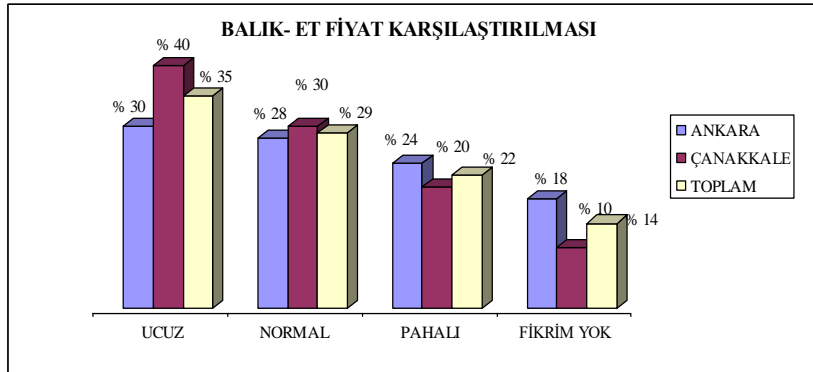
**Şekil 1.** Av yasağı ve balık boyu ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Ankete katılanların av yasağı-balık boyu ile ilgili anket sorusuna verdikleri cevaplara göre, Ankara’da katılımcıların % 52’si, Çanakkale’de ise % 56’sı av yasaklarına ve balık boylarına dikkat ederek balık satın aldıklarını belirtmişlerdir (Şekil 1).



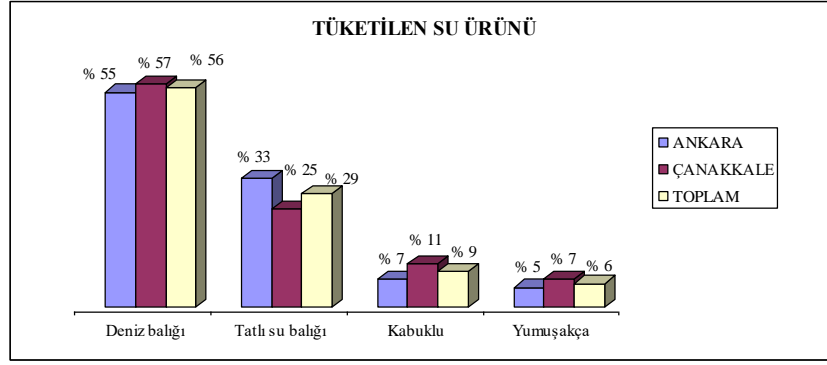
Şekil 2. Tüketilen et tercihi ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Ankara’da ankete katılanların % 34’ü avcılık, % 66’sı yetiştiricilik; Çanakkale’de ise % 53’ü avcılık, % 47’si yetiştiricilik ile elde edilen balıkların tüketimini tercih etmiştir (Şekil 2). Bunun en önemli nedeni Çanakkale’nin deniz kıyısında olması ve avcılıkla elde edilen balıklara ulaşmanın daha kolay olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elazığ ili örneğinde ise doğadan yakalanan balıklar için katılımcıların %70’i daha fazla ücret ödemeye gönüllü olduklarını bildirmiştir (Duman ve Dartay 2018). Malatya ilinde yapılan çalışmada ise deniz balığı tüketim oranı %38 oranında tercih sebebi olduğu belirtilmiştir (Balcı vd., 2016a). Balık vd. (2013) ise katılımcılarının, %2’den daha azının kültür balığı tercih ettiğini vurgulamışlardır. Bu farklılıkların balığa erişebilme imkânlarına göre çeşitlilik gösterdiği düşünülmektedir. Örneğin, Çanakkale’nin bir ilçesi olan Gökçeada’da balık tüketimini araştıran bir çalışmaya göre, katılımcıların %34,4’ü balığı en çok beğendikleri et türü olarak belirtmişlerdir (Doğan ve Gönülal, 2014).



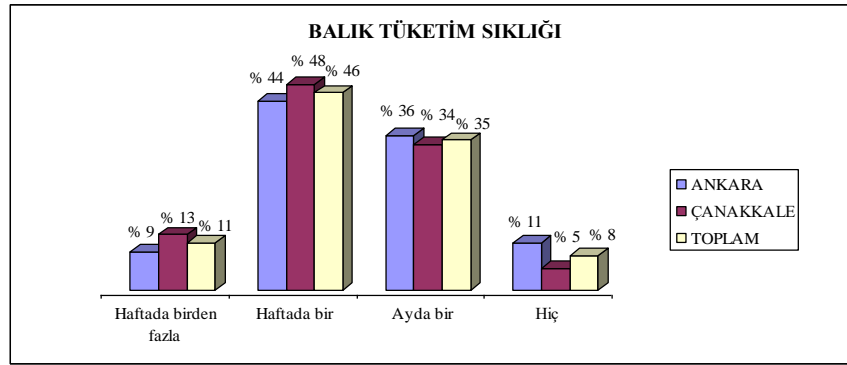
Şekil 3. Balık-et fiyat karşılaştırılması ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Çalışmamızda “Et ve balık fiyatları” karşılaştırmasında ise katılımcılar, balık etini diğer et fiyatlarına göre % 22’si pahalı bulmasına karşın; % 35’i ucuz ve % 29’u ise balık fiyatlarını normal olarak değerlendirmişlerdir (Şekil 3). Anket katılımcılarına sorulan bu iki sorudan çıkarılan en önemli sonuç balık eti fiyatlarını kırmızı ete göre daha ucuz bulmalarına karşın tüketim açısından kırmızı eti daha çok tercih ettikleridir. Tekirdağ ilinde yapılan bir araştırma ile sonuçlarımız uyum içindedir. Buna göre katılımcıların %37,98’i kırmızı et ve %34,82’si tavuk eti tercih ettiklerini bildirmiştir (Abdikoğlu vd., 2015). Benzer biçimde Ercan ve Şahin (2016), balık eti fiyatının pahalı bulunduğunu bildirmiştir.



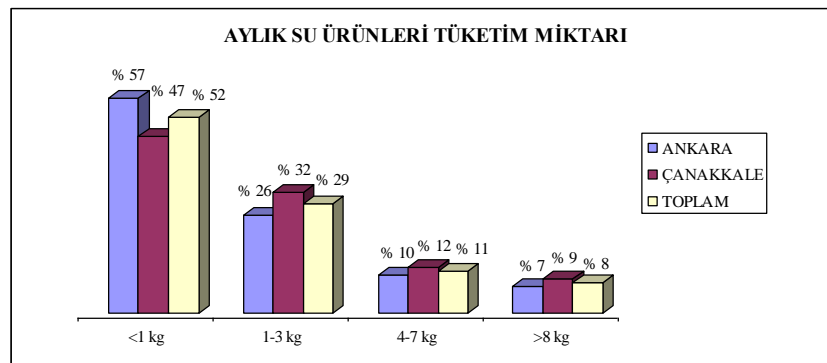
Şekil 4. Tüketilen su ürünü ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Katılımcıların su ürünleri tercihlerine bakıldığında ise hem il bazında hem de genel toplamda deniz balığı tüketimi tercihi öne çıkmaktadır. Katılımcıların, Ankara'da %55'i ve Çanakkale'de %57'si deniz balığı tüketmeyi tercih etmektedir. Deniz balığı tercihi diğer su ürünlerine kıyasla genel toplamda % 56 oranında daha fazladır (Şekil 4).



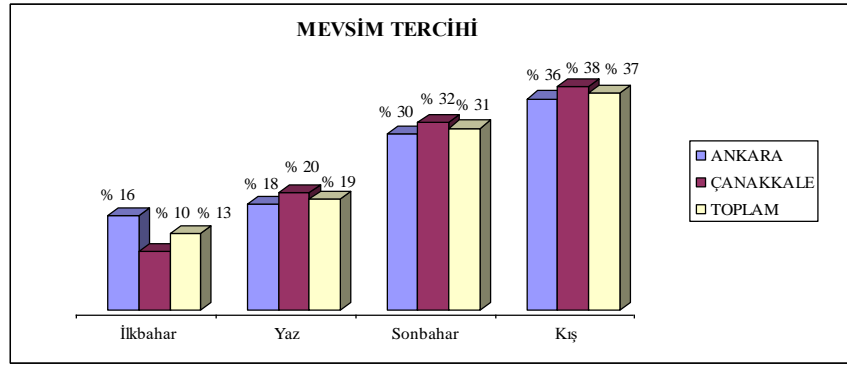
Şekil 5. Balık tüketim sıklığı ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Ankara ve Çanakkale illerinin balık tüketim sıklığı incelendiğinde, Ankara'da ankete katılanların % 44'ü haftada bir, % 36'sı ayda bir, % 9'u haftada birden fazla ve % 11'i ise hiç tüketmemeyi tercih etmiştir. Çanakkale'de ise ankete katılanların % 48'i haftada bir, % 34'ü ayda bir, % 13'ü haftada birden fazla ve % 5'i hiç tüketmemeyi tercih etmiştir. İllerin genel balık tüketim sıklığına bakıldığında % 46'sı haftada bir, % 35'i ayda bir, % 11'i haftada birden fazla ve % 8'i ise hiç tüketmemeyi tercih etmişlerdir (Şekil 5). Anket katılımcılarının genel eğiliminin daha çok haftada bir veya ayda bir balık tüketiminde bulunmayı tercih ettikleri tespit edilmiştir. Antalya ve Tekirdağ ilinde ise en fazla tüketim sıklık oranı 15 günde bir olarak tespit edilmiştir (Abdikoğlu vd., 2015; Arslan ve İzci, 2016). Ancak Gökçeada'da katılımcıların %49,6'sı haftada 2-3 kez balık tükettiklerini vurgulamıştır (Doğan ve Gönülal, 2014). Bu farklılıkların balığa taze biçimde ulaşabilmekle ilişkili olduğu düşünülmektedir.



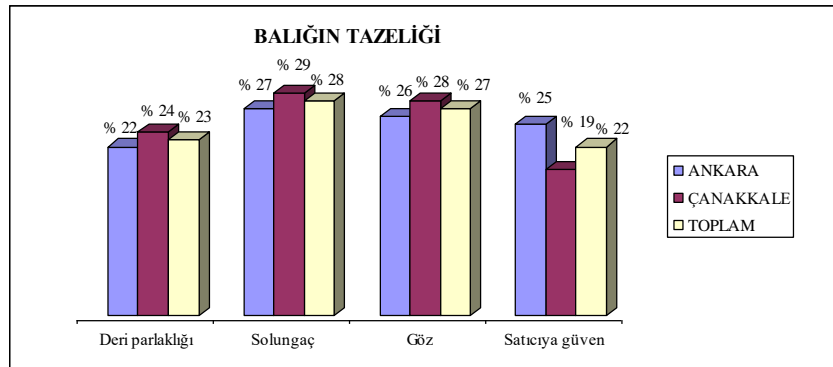
Şekil 6. Aylık su ürünleri tüketim miktarı ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Ankete katılanların ailelerinin il bazında ortalama aylık balık tüketim miktarlarına bakıldığında Ankara'da % 57'sinin; Çanakkale'de ise % 47'sinin <1 kg altında balık tüketmektedir. Ankara'da % 26'sı; Çanakkale'de ise % 32'si 1-3 kg arasında aylık balık tüketmektedir. İl bazında bir ailenin 4 kg ve 4 kg'dan daha fazla tüketim miktarlarına doğru gidildikçe ise balık tüketim miktarlarında azalma görülmektedir. Genel toplamda ise Ankara ve Çanakkale illerinde yaşayan ve ankete katılan kişilerin ailelerin % 52'si <1 kg altında balık tükettiği, % 29'u 1-3 kg arasında balık tükettiği, 4 kg ve da fazla balık tüketimi miktarının ise toplamda % 19 olduğu bulunmuştur (Şekil 6). Özer vd. (2016) Ankara ilinde aylık tüketimin 3,4 kg balık olduğunu belirterek çalışmamızla uyum göstermiştir. Tokat ili su ürünleri tüketim alışkanlıkları ile ilgili bir çalışmada ise kişi başına yıllık tüketimin yaklaşık 13 kg olduğu belirtilmiştir (Erdal ve Esengül, 2008). Tekirdağ ilinde yapılan bir araştırmaya göre ise kişi başı deniz balığı tüketimi 14,16 kg olarak (Abdikoğlu vd., 2015), 2017 yılında aynı ilde 14,69 kg (Azabağaoğlu vd., 2017), Niğde ilinde 3,8 kg/yıl (Bashimov, 2017), Amasya ilinde 5,06 kg/yıl (Kızılaslan ve Nalinci, 2013) ve Diyarbakır'da ise yıllık 12,2 kg olarak (Aydın ve Odabaşı, 2017) belirtilmiştir. Ancak deniz kıyısında bulunan Giresun ve Trabzon illerindeki tüketimi inceleyen çalışmaya göre bu illerde yıllık tüketim kişi başı 29,59 kg olarak (Aydın ve Karadurmuş, 2013) ve Ordu ilinde ise 26,3 kg olarak (Aydın ve Karadurmuş, 2012) kaydedilmiştir.



Şekil 7. Mevsim tercihi ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

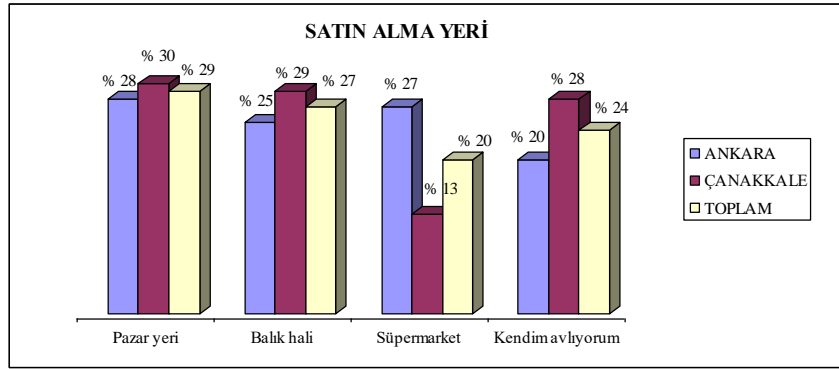
Anket katılımcıların balık tüketiminde mevsim tercihleri incelendiğinde ilkbahardan kışa doğru sürekli yüzdelerde bir artış görülmektedir (Şekil 7). Bunun en önemli sebepleri; av sezonunun başlaması ve balık sayısındaki artış; balık fiyatlarının düşmesi, balık alımının yükselmesi olarak sıralanabilir.



Şekil 8. Balığın tazeliği ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

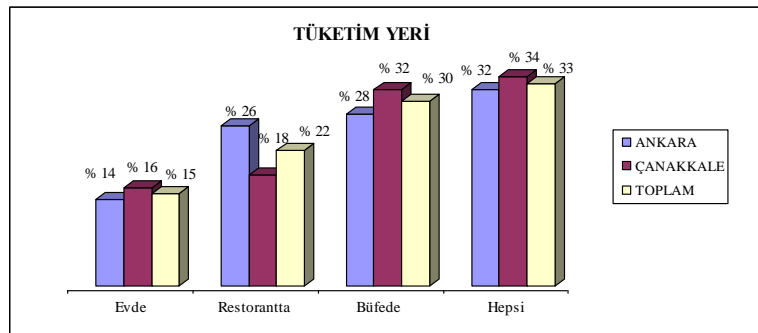
Balık satın alırken, balığın taze olup olmadığını anlamak için balığın gözleri parlak ve dışa bombeli olması beklenir. Ayrıca, balığın solungaçları canlı kırmızı, derisi gergin ve parlak olur. Bununla birlikte, taze balığın eti sıkı ve elastiki olup, parmakla bastırıldığında meydana gelen çukurluk anında düzeler (Varlık, 2004). Buradan yola çıkarak, Ankara'daki katılımcıların % 22'si deri parlaklığına, % 27'si solungaca, % 26'sı göze ve % 25'i satıcıya güvenerek balığı satın aldığını belirtmiştir. Çanakkale'de ise katılımcıların % 24'ü deri parlaklığına, % 29'u solungaca, % 28'i göze ve % 19'u satıcıya güvenerek balığı satın aldığını söylemiştir (Şekil 8). Deri parlaklığı, göz ve solungaç bu iki

ilde balığın tazeliğini anlama konusunda birbirine yakın oranlar ortaya çıkmıştır. Ancak, Ankara’da satıcıya güven oranı Çanakkale’ye oranla daha yüksek bir yüzde oluşmuştur. Başka bir çalışmada ise katılımcılar en fazla genel görünüme ve göz ile ilgili özelliklere dikkat ettiğini vurgulamıştır (Abdikoğlu vd., 2015). Azabağaoğlu vd. (2017), yaptıkları çalışmada katılımcıların tazelik belirlemede önce balığın dış görünüşüne, sonra göz ve solungaçlarının kontrolünü daha çok önemsediklerini belirtmiştir. Çalışmamızda genel olarak ise katılımcıların balık tazeliği hakkında verdikleri cevaplara göre; % 23’ü deri parlaklığına, % 27’si göz özelliklerine, % 28’i solungaç kırmızılığına bakarak ve % 22’si satıcıya güvene göre tazeliğe karar verdiklerini belirtmişlerdir. Bu verilerden yola çıkılarak, kişilerin balığın tazeliği anlama konusunda yeterince bilgi sahibi olmadıkları ve kararsız oldukları ortaya çıkmıştır. Kişilerin, balığın tüketilmek için alınması sırasında, sağlık açısından uygun balığın seçilmesi ve taze olup olmadığının anlaşılması konusunda bilgilendirilmeye ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte Adıgüzel vd. (2009), balık tüketim sıklığı yüksek olan ailelerin balığın taze olup olmadığını kolaylıkla anlayabildiklerini vurgulamıştır.



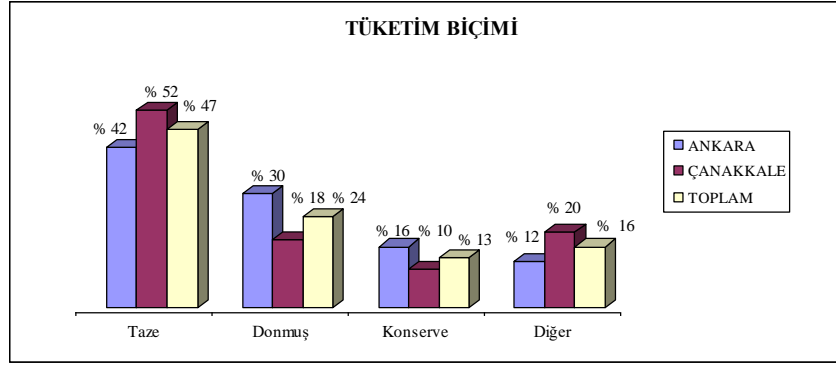
Şekil 9. Satın alma ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Ankete katılanların balığı satın alma tercihleri ile ilgili verdikleri cevaplara göre; Ankara’da % 28’i; Çanakkale’de ise % 30’u balığı pazar yerinden satın almaktadır, buna karşılık Ankara’da % 25’i; Çanakkale’de % 29’u ise balık halinden balığı satın almaktadır (Şekil 9). Benzer sonuçlar Arık Çolakoğlu vd. (2006) tarafından da kaydedilmiştir. Bununla beraber, Ankara’da % 27’si; Çanakkale’de ise % 13’ü süpermarketlerden balığı satın almaktadır. Buna göre Ankara ilinin bir metropol olması Çanakkale ilinin ise küçük ölçekli bir şehir olmasından doğan balığın satın alınan yeri konusunda farklı tercihler olduğu belirlenmiştir. Konya ili su ürünleri tüketimini inceleyen bir çalışmaya göre marketlerin balık satış reyollarına talep yüksek bulunmuştur (Bolat ve Cevher, 2018). Tekirdağ’da ise %54,51 oranında balıkçıdan satın alma tercihi ön plana çıkmıştır (Abdikoğlu vd., 2015). Niğde’de ise sabit balık satıcıları %62 oranında tercih edilmiştir (Bashimov, 2017). Benzer çalışmalar ile bulgularımız uyum içindedir (Arık Çolakoğlu vd., 2006; Adıgüzel vd. 2009; Aydın ve Karadurmuş, 2012). Çalışmamızda katılımcıların, Ankara’da %20’si ve Çanakkale’de %28’i balığı kendisi avladığını belirtmiştir. Ordu, Aybastı’da yapılan ankete göre ise katılımcıların %2,5’i balığını kendisinin avladığını belirtmiştir (Balık vd., 2013). Bu durumdan kaynaklanan farklılık ise illerin denize kıyısının olup olmaması ve avcılığın yapılacağı ırmak-göl gibi yerlerin varlığının bulunup bulunmamasıyla ilgilidir.



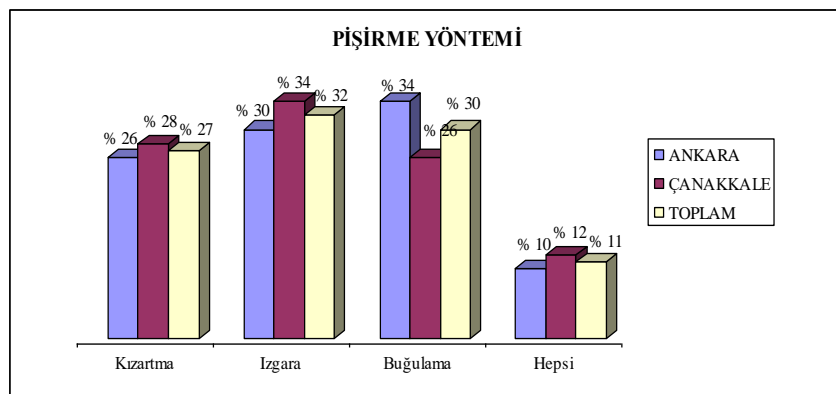
Şekil 10. Tüketim yeri ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Balığın tüketim yerinin belirlenmesi konusunda sorulan bu sorudan kişilerin verdiği cevaplar sonucunda il bazında Ankara’da % 14’ü evde % 26’sı restoranda, % 28’i büfede (balık ekmek- fast food) ve % 32’si ise hepsi olarak görüş bildirmişlerdir. Çanakkale il bazında ise % 16’sı evde, % 18’i restoranda, % 32’si büfede (balık ekmek- fast food) ve % 34’ü hepsi olarak tüketme yeri tercihinde bulunmuştur (Şekil 10). Buna göre; her iki ilde de katılımcıların ev dışında daha çok balık tüketmeyi tercih ettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, Ankara’ da restoranlarda Çanakkale’de ise büfede ayaküstü daha çok balık tüketiminin yapıldığı görülmektedir. Katılımcıların genel toplamda balığı tüketme yeri tercihi, büfede balık-ekmek şeklinde fast food olarak % 30, restoranlarda % 22, evde % 15 ve % 33’ü de bütün seçeneklerin uygun olduğunu belirtmiştir. Ercan ve Şahin (2016), Kahramanmaraş ilinde yaptıkları anket çalışmasında kadın katılımcıların %51’i ev dışında tüketmediklerini bildirmiştir.



Şekil 11. Tüketim biçimi ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

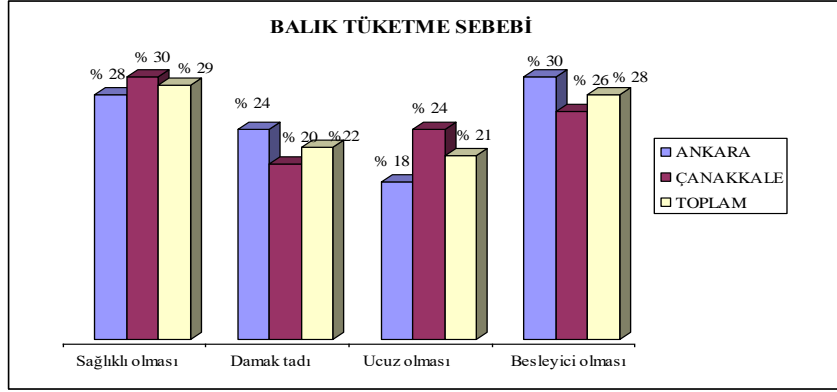
Ankette katılan kişilerin balık tüketim biçimi eğilimlerine bakıldığında hem il bazında hem de genel tüketim biçimi olarak kişilerin taze balık tüketiminin tercih edildiği görülmektedir. Ankara’da % 42’si, Çanakkale’de % 52’si ve toplamda % 47 oranında taze balık tüketimini tercih etmişlerdir. Buna karşılık olarak, Ankara’da % 30’u donmuş, % 16’sı konserve balığı; Çanakkale’de ise % 18 donmuş, % 10’u konserve balığı tüketmeyi tercih ettiği tespit edilmiştir. Anket katılımcıların genel tüketim tercihlerine bakıldığında ise % 24 donmuş ve % 13’ü konserve balık tüketmeyi tercih etmişlerdir. % 16’sı ise diğer tüketim biçimlerini tercih ettikleri belirlenmiştir (Şekil 11). Taze balığın donmuş ve konserve balık tüketimine göre daha çok tercih edildiği gözlenmiştir. Benzer sonuçlar başka araştırmacılar tarafından da kaydedilmiştir (Adıgüzel vd., 2009; Aydın ve Karadurmuş, 2013; Abdikoğlu vd., 2015; Arslan ve İzci, 2016; Bashimov, 2017; Erdoğan Sağlam ve Samsun, 2018).



Şekil 12. Pişirme yöntemi ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

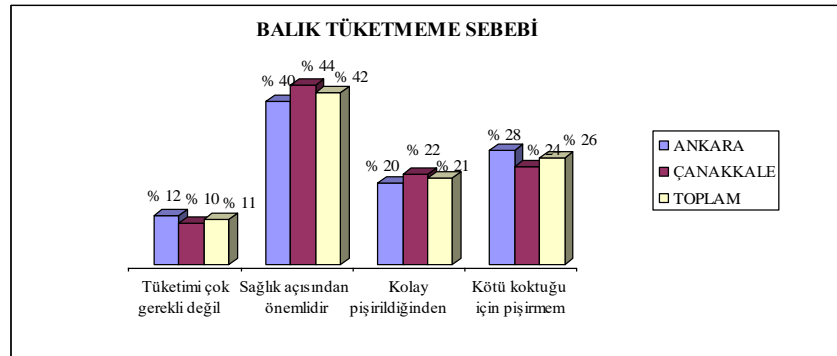
Sağlığımız için çok gerekli olan balık, eğer uygun şekilde pişirilmezse besin değeri azalacağından faydalanma oranı düşecektir. Balığı, ızgara ve buğulama şeklinde yemek en sağlıklı olan pişirme yöntemleridir. Buna göre, katılımcıların Ankara’da % 64’ü ızgara ve buğulama ile pişirilen su ürünlerini tercih ederken, % 26’sı kızartılan su ürünlerini tercih ettiklerini bildirmiştir. Çanakkale’de ise % 60’ı ızgara ve buğulama şeklindeki pişirilen su ürünlerine karşılık; % 28’i kızartma şeklindeki

pişirilen su ürünlerini tercih etmiştir. Genel toplama bakıldığında ise anket katılımcılarının % 62'si ızgara ve buğulama tercihinde bulunup; % 27'si ise kızartma balık tercihinde bulunmuşlardır. % 11'i ise hepsini tercih etmişlerdir (Şekil 12). Benzer sonuçlar başka anket araştırmalarında da vurgulanmıştır (Aydın ve Karadurmuş, 2013). Diyarbakır ili için yapılan anket çalışmasında ise %44,3 oranında kızartma balık tercih edilmiştir (Aydın ve Odabaşı, 2017). Tunceli ilinde ise %34 oranında katılımcı, fırında pişirmeyi tercih ettiğini bildirmiştir (Balcı vd., 2016b). Bu durum farklı şehirlerde farklı oranlarda balık tüketim biçiminin tercih edilebileceğini ortaya koymuştur.



Şekil 13. Balık tüketme sebebi ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Katılımcılar, balık etini tüketme sebebi olarak; % 29'u sağlıklı olması % 22'si damak tadı, % 23'ü ucuz olması ve % 26'sı ise besleyici olmasından dolayı tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Bu durum balık etinin sağlık açısından önemi hakkında bilinçli oldukları fikrini oluşturmuştur. Yine katılımcıların % 42'si balık tüketimini sağlık açısından önemli gördüklerini ve % 21'lik kısmının ise kolay pişirildiğinden tüketmeyi daha çok tercih ettiğini bildirmiştir (Şekil 13).



Şekil 14. Balık tüketmeme sebebi ile ilgili anket sorusuna katılımcıların verdiği cevaplara ait oranlar

Katılımcıların % 26'sı kötü koktuğu için ve % 11'de balık tüketimini gerekli görmediklerinden tüketmeyi pek tercih etmedikleri belirlenmiştir (Şekil 14). Azabağaoğlu vd. (2017), Tekirdağ ilinde yaptıkları çalışmada katılımcılar, balık tüketim sebebi olarak "balığın sağlık için önemi"ni göstermiştir. Benzer sonuçlar başka araştırmacılar tarafından da kaydedilmiştir (Bashimov, 2017).

#### Katılımcı cevaplarının çapraz ilişkilerinin değerlendirilmesi

Yetiştiricilikle elde edilen balık tüketim tercihinde bulunanların cinsiyet oranlarına göre il bazında karşılaştırıldığında, Ankara'da % 57,5 ile erkekler; Çanakkale'de ise % 55,4 ile kadınlar daha çok yetiştiricilik tercihinde bulunmuştur. Bununla beraber, avcılıkla elde edilen balık tüketim tercihinde bulunanların cinsiyet oranlarına göre il bazında karşılaştırıldığında, Ankara'da % 58,8 ile kadınlar; Çanakkale'de ise % 62,3 ile erkekler daha çok avcılık tercihinde bulunmuştur (Tablo 3). Ankara ile Çanakkale illerinde yaşayan ve anket katılan katılımcılardan elde edilen sonuçlara göre her iki ilde de yapılan cinsiyet ile avcılık-yetiştiricilik tercihleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve kuvvetli bir

ilişki olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). Ercan ve Şahin (2016) yaptıkları çalışmada erkeklerin kadınlardan daha fazla balık tükettiklerini vurgulamıştır. Bu sonuç çalışmamız ile uyumludur.

**Tablo 3.** Cinsiyet, eğitim ve gelir düzeyi, avcılık ve yetiştiricilik tercihleri ki-kare analizi testi

F (frekans) % ( yüzde)	Ankara						Çanakkale					
	Kadın		Erkek		Toplam		Kadın		Erkek		Toplam	
Tüketilen Su ürünü	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Deniz balığı	25	52.2	30	57.7	55	55	26	56.6	31	57.5	57	57
Tatlı su balığı	16	33.3	17	32.7	33	33	11	23.9	14	25.9	25	25
Kabuklu	4	8.3	3	5.8	7	7	4	8.7	7	12.9	11	11
Yumuşakca	3	6.2	2	3.8	5	5	5	10.8	2	3.7	7	7
Toplam	48	48	52	52	100	100	46	46	54	54	100	100
	$X^2= 75,524$ , Sd= 3, <b>P= 0,016</b>						$X^2= 64,263$ , Sd= 3, <b>P= 0,014</b>					

F (frekans) % ( yüzde)	Ankara						Çanakkale					
	Et-balık Fiyat karşılaştırması		Pahalı		Fikrim yok		Et-balık Fiyat karşılaştırması		Pahalı		Fikrim yok	
Gelir düzeyi (TL)	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
500-1000	7	23.3	8	28.5	11	45.8	6	33.3	13	32.5	10	33.4
1001-1500	5	16.6	7	25	9	37.5	6	33.3	8	20	7	23.4
1501-2000	8	26.7	6	21.5	2	8.3	2	11.1	7	17.5	5	16.6
2001-2500	6	20	5	17.8	1	4.2	1	5.6	7	17.5	6	20
>2500	4	13.4	2	7.2	1	4.2	3	16.7	5	12.5	2	6.6
Toplam	30	30	28	28	24	24	18	18	40	40	30	30
	$X^2= 119,688$ , Sd= 12, <b>P= 0,012</b>						$X^2= 127,126$ , Sd= 12, <b>P= 0,013</b>					

F (frekans) % ( yüzde)	Ankara						Çanakkale					
	Yetiştiricilik		Avcılık		Toplam		Yetiştiricilik		Avcılık		Toplam	
Cinsiyet	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Kadın	28	42.5	20	58.8	48	48	26	55.4	20	37.7	46	46
Erkek	38	57.5	14	41.2	52	52	21	44.6	33	62.3	54	54
Toplam	66	66	34	34	100	100	47	47	53	53	100	100
	$x^2= 47,552$ , sd= 1, <b>p= 0,005</b>						$x^2= 56,060$ , sd= 1, <b>p= 0,008</b>					

F (frekans) % ( yüzde)	Ankara						Çanakkale					
	Evet		Hayır		Toplam		Evet		Hayır		Toplam	
Öğrenim durumu	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
İlköğretim	11	21.2	18	37.5	29	29	13	23.2	18	40.9	31	31
Lise	20	38.5	19	39.5	39	39	20	35.7	17	38.6	37	37
Lisans	16	30.7	9	18.8	25	25	15	26.8	6	13.7	21	21
Lisansüstü	5	9.6	2	4.2	7	7	8	14.3	3	6.8	11	11
Toplam	52	52	48	48	100	100	56	56	44	44	100	100
	$X^2= 62,196$ , sd= 3, <b>p= 0,001</b>						$X^2= 67,904$ , sd= 3, <b>p= 0,002</b>					

Ulutürk Akman (2004), yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim seviyesi ve sosyo-ekonomik statü gibi faktörlerin tüketicilerin fiyat bilinci üzerinde etkisi olabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmada katılımcılardan elde edilen sonuçlara göre her iki ilde de yapılan cinsiyet ve tüketilen su ürünü tercihleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve kuvvetli bir ilişki olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

“Öğrenim durumu” ile “av yasağı ve balık boyu tercihleri” arasında istatistiksel olarak anlamlı ve kuvvetli bir ilişki bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Tablo 3). İncelenen her iki ilde de eğitim seviyeleri yükseldikçe av yasağı ve balık boyuna dikkat edenlerin oranlarında artış; aynı şekilde, eğitim seviyesi düştükçe av yasağı ve balık boyuna dikkat edenlerin oranında azalış olduğu gözlenmiştir.

Bolat ve Cevher, (2018)’e göre gelir düzeyi arttıkça kırmızı ete meyil artmaktadır. Ankara ile Çanakkale illerinde yaşayan ve anket katılan katılımcılardan elde edilen sonuçlara göre her iki ilde de



yapılan gelir düzeyi ve et-balık fiyat karşılaştırılması tercihleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ve kuvvetli bir ilişki olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ). Gül Yavuz vd. (2015) Ankara ilinde eğitim düzeyi azaldıkça fiyata duyarlılığın arttığını ancak gelir düzeyinin yükselmesi durumunda ise lezzet faktörünün önem kazandığını vurgulamıştır. Benzer biçimde Ankara ilinde yapılan başka bir çalışmada Özer vd. (2016), balık etinin tercih edilmesinde yaş, eğitim düzeyi ve gelirin önemli faktörler olduğunu vurgulayarak çalışmamızla benzerlik göstermiştir.

Sonuç olarak, anket katılımcılarının, Ankara'da % 52'si, Çanakkale'de ise % 56'sı av yasaklarına ve balık boylarına dikkat ederek balık satın aldığı ve toplamda sadece % 59'unun av yasaklarına ve balık boyuna dikkat ettiği tespit edilmiştir. Ankara'da ankete katılanların, % 34'ü avcılık, % 66'sı yetiştiricilik; Çanakkale'de ise % 53'ü avcılık, % 47'si yetiştiricilik ile elde edilen balık tüketimini tercih etmiştir. İl bazında kişilerin et tüketim tercihlerine baktığımızda Ankara'da ankete katılanların % 38'i kırmızı et ve Çanakkale'de ankete katılanların % 34'ü balık eti tercihi ilk sırada yer almaktadır. Ayrıca, anket katılımcılarının genel et tercihleri toplamında % 34'ü kırmızı eti, % 28'i balık etini ve %24'ü beyaz eti tercih ederek; kırmızı eti balık etine göre daha çok tükettikleri gözlenmiştir. Ankara ve Çanakkale illerinin balık tüketim sıklığına il bazında bakıldığında, Ankara'da ankete katılanların % 44'ü haftada bir, % 36'sı ayda bir; Çanakkale'de ise ankete katılanların % 48'i haftada bir, % 34'ü ayda bir balık tükettiği tespit edilmiştir. Ankete katılanlarının, % 81'nin daha çok haftada bir ya da ayda bir balık tükettiği belirlenmiştir. Ankete katılanların ailelerinin il bazında ortalama aylık balık tüketim miktarlarına bakıldığında Ankara'da % 57'sinin; Çanakkale'de ise % 47'sinin <1 kg altında balık tükettiği ve toplamda % 52'sinin su ürünleri tüketiminin <1 kg altında olduğu tespit edilmiştir. Ankara'da % 55'i ve Çanakkale'de % 57'si deniz balığı tükettiği ve toplamda % 58'inin de deniz balığını tükettiklerini belirtmiştir. İl bazında balık-et fiyat karşılaştırmasını kişilere sordüğümüzde Ankara'nın % 30'u ve Çanakkale'nin % 40'ı balık fiyatlarını diğer et fiyatlarına göre daha ucuz olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, mevsimsel olarak balık tüketiminin ilkbaharda % 13, yazın % 19, sonbaharda % 31 ve kışın % 37 oranında tüketiminin olduğu görülmüş ve ilkbahardan kışa doğru balık tüketiminde artış olduğu gözlenmiştir. Benzer sonuçlar Yavuzcan vd. (2010) tarafından da Ankara ilinde kaydedilmiştir. Aydın vd. (2011)'e göre Türkiye'de genel olarak 1994'ten sonra balık tüketim miktarı artış gösterme eğilimindedir. Ancak Erdoğan vd. (2011), tüketicilerin bazı işlenmiş su ürünleri hakkında hiçbir fikre sahip olmadıklarını bildirmiştir.

Ankara ve Çanakkale illerinde balık tüketimi açısından beklenen, denize kıyısı olmaması nedeni ile Ankara'da daha düşük bir seviyede tüketimdir. Ancak Ankara'da da balık tüketiminin beklenenden yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun en önemli nedeni Ankara'da hamsinin yüksek tercih oranı (%59) olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Saygı vd., 2015). Benzer sonuçlar Özer vd. (2016) tarafından da kaydedilmiştir. Çanakkale'de su ürünleri tüketimini etkileyen en önemli faktör deniz kıyısında olması ve gelişmekte olan su ürünleri sektörüdür (Yaşar, 2004). Ankara ve Çanakkale illerinde balık tüketimi ile ilgili sorulara verilen cevaplar arasında oransal olarak farklılıklar gözlenmiştir. Genel olarak ise, ankete katılan kişilerin su ürünleri tüketimi hakkında ve sağlık açısından faydaları konusunda bilinçli oldukları belirlenmiştir.

Sonuçta, su ürünleri üretim ve tüketiminin artırılması yüksek katma değerli ve damak tadına uygun üretilmiş yeni ürünler ile sağlanabilir. Ancak tüketicilerin taze balığı tercih etmesi göz önüne alındığında, asıl gerekli olanın;

- daha hızlı (tazeliği bozulmadan),
- soğuk zincire uygun olarak,
- talebi karşılayacak miktarlarda
- ve uygun fiyatlı taze balığın her tüketim noktasına sağlıklı biçimde ulaştırılabilmesi, balık tüketimini artıracak en önemli adımlar olarak görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abdikoğlu, D.İ., Azabağaoğlu, M.Ö., & Unakıtan, G. (2015). Tekirdağ ilinde balık tüketim eğilimlerinin belirlenmesi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 1 (1), 69-75.
- Adıgüzel, F., Civelek, O., Sayılı, M., & Büyükbay, E.O. (2009). Tokat ili Almus ilçesinde ailelerin balık tüketim durumu. *Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (2), 35-43.
- Arık Çolakoğlu, F., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç., & Ormancı, H.B. (2006). Çanakkale ilindeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/3), 387-392.

- Arslan, M., & İzci, L. (2016). Antalya ili su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 75-85.
- Atar, H.H., & Alçiçek, Z. (2009). Su Ürünleri Tüketimi ve Sağlık. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8 (2), 173 – 176.
- Aydın, H., Dilek, M.K., & Aydın, K. (2011). Trends in fish and fishery products consumption in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 499-506.
- Aydın M., & Karadurmuş U. (2012). Consumer behaviours for seafood in Ordu province. *Yunus Araştırma Bülteni*, 3, 18-23.
- Aydın, M., & Karadurmuş, U. (2013). Trabzon ve Giresun bölgelerindeki su ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (9), 57-71.
- Aydın, M., & Odabaş, Y. (2017). Su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma: Diyarbakır ili örneği. *Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi*, 1 (3), 101-112.
- Azabağaoğlu, M. Ö., Abdikoğlu, D. İ., & Unakıtan, G. (2017). Best-worst analysis of fish purchase behavior in Tekirdağ. IBANESS Conference Series.
- Balcı, M., Birici, N., Şeker, T., Akgün, H., Sesli, A. & Arısoy, G. (2016a). Evaluation of Fisheries Consumption Behavior of People Living in Malatya Provincial Center. *Adıyaman University Journal of Science*, 6 (2), 132-155.
- Balcı, M., Birici, N., Şeker, T., Akgün, H., Sesli, A., & Arısoy, G. (2016b). Tunceli ili balık tüketim analizi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (1), 73-85.
- Balık, İ., Yardımcı, C., & Turhan, O. (2013). Ordu ili Fatsa ve Aybastı ilçelerinde balık tüketim alışkanlıklarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 2 (3), 18-28.
- Bashimov, G. (2017). Niğde ilinde balık eti tüketim alışkanlığının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 196–204.
- Bemrah, N., Sirot, V., Leblanc, J.-C., & Volatier, J.-L. (2009). Fish and seafood consumption and omega 3 intake in French coastal populations: CALIPSO survey. *Public Health Nutrition*, 12(05), 599. <https://doi.org/10.1017/S1368980008002681>.
- Bolat, Y., & Cevher, H. (2018). Konya İli ( Türkiye ) Su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir anket çalışması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14 (3), 241–252.
- Büyüköztürk, Ş. Ç., & Köklü, N. (2008). Sosyal bilimler için istatistik (3. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Çaylak, B. (2013). İzmir ili su ürünleri tüketimi ve tüketicisi tercihleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Doğan, K., & Gönülal, O. (2014). Gökçeada balık tüketim alışkanlığının belirlenmesi ve sosyo-ekonomik analizi. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 29 (1), 101-116.
- Duman, M., & Dartay, M. (2018). Avcılık ve kültür yoluyla elde edilen balıkların tüketim tercihleri: Elazığ İli örneği, Türkiye. *Su Ürünleri Dergisi*, 35 (3): 305-310.
- Ercan, O., & Şahin, A. (2016). Kahramanmaraş kent merkezinde balık eti tüketim analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 19 (1), 51-65.
- Erdal, G., & Esengül, K. (2008). Tokat ilinde balık tüketimini etkileyen faktörlerin logit model ile analizi. *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25 (3), 203-209.
- Erdoğan, B. E., Mol, S., & Coşansu, S. (2011). Factors influencing the consumption of seafood in Istanbul, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 631-639.
- Erdoğan Sağlam, N., & Samsun, S. (2018). Yozgat ili su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 9-16.
- Gül Yavuz, G., Yasan Ataseven, Z., Gül, U., & Gülaç, N. (2015). Su ürünleri tüketiminde tüketicisi tercihlerini etkileyen faktörler: Ankara ili örneği. *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 73-82.
- Hibbeln, J. R., Davis, J. M., Steer, C., Emmett, P., Rogers, I. Williams, C., & Golding, J. (2007). Maternal seafood consumption in pregnancy and neurodevelopmental outcomes in childhood (ALSPAC study): an observational cohort study. *The Lancet*, 369 (9561), 578–585. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60277-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60277-3).
- Kızılaslan, H., & Nalinci, S. (2013). Amasya ili merkez ilçedeki hanehalkının balık eti tüketim alışkanlıkları ve balık eti tüketimini etkileyen faktörler. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 5, 61-75.
- Leblanc, J.C. (2006). CALIPSO, Fish and seafood consumption study and biomarker of exposure to trace elements, pollutants and omega 3. CALIPSO survey (Report).
- Oğuzhan, P., & Atamanalp, M. (2009). Erzurum ilindeki tüketicilerin su ürünleri tüketim alışkanlığının belirlenmesi üzerine bir araştırma. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. 01-04 Temmuz, Rize.
- Orhan, H. & Yüksel O. (2010). Burdur ili su ürünleri tüketimi anket uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1), 1-7.
- Özer, O.O. Gül Yavuz, G., & Gül, U. (2016). Demografik faktörlerin balık eti tüketimindeki etkisi: Ankara ili örneği. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (5), 356-364.

- Saygı, H., Bayhan, B., & Hekimoğlu, M.A. (2015). Fishery products consumption in the cities of Ankara and Izmir in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 3(5), 248-254.
- Tolon, M. T. (2003). Su ürünleri pazar yapısı, tüketim deseni ve tüketimi artırmaya yönelik modeller. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Türkiye.
- TÜİK, (2018). Su Ürünleri İstatistikleri [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1005](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005).
- Ulutürk Akman, S. (2004). Tüketicilerin fiyat bilinci üzerine etkili olan faktörlere ilişkin bir inceleme. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Maliye Araştırma Merkezi Konferansları 46. Seri*
- Varlık, C. (2004). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. (C. Varlık, Ed.). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465.
- Yaşar, O. (2004). Türkiye’de Su Ürünleri Sanayii ve Çanakkale İli’ne Yönelik Bir Değerlendirme. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 9, 1-32.
- Yavuzcan Yıldız, H., Atar H.H., & Alçıçek, Z. (2010). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrencilerinin su ürünleri tüketim alışkanlıklarının değerlendirilmesi. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 354, 10-17.

## Türkiye Kıyılarında Bulunan Pelajik Ketognat Türlerinin Tayin Anahtarı

Tuba TERBIYIK KURT<sup>\*</sup>, Sevim POLAT<sup>†</sup>

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Adana, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [tubaterbiyik@gmail.com](mailto:tubaterbiyik@gmail.com)

**Araştırma Makalesi**

Geliş 14 Aralık 2018; Kabul 15 Şubat 2019; Basım 01 Haziran 2019.

**Alıntılama:** Terbiyik Kurt, T., & Polat, S. (2019). Türkiye kıyılarında bulunan pelajik ketognat türlerinin tayin anahtarı. *Acta Aequatica Turcica*, 15(2), 227-238. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.497205>

### Özet

Bu çalışma, Türkiye kıyısında bulunan pelajik ketognat türleri için yapılmış ilk tayin anahtarıdır. Tayin anahtarının hazırlanması sırasında kişisel gözlemlerden ve daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilen bilgilerden yararlanılmıştır. Ülkemiz kıyılarında yapılan çalışmalar sonucunda, 9 cinse ait toplam 13 ketognat türünün dağılımı gösterdiği tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada tayin anahtarı ile birlikte, bu türlerin morfolojik ve dağılım özellikleri de verilerek ülkemiz sularında yapılacak yeni çalışmalara kaynak olması amaçlanmıştır.

*Anahtar kelimeler:* Pelajik ketognatlar, tayin anahtarı, morfolojik karakterler, Türkiye

### Identification key of pelagic chaetognath species along Turkish coasts

#### Abstract

This study is the first attempt to create the identification key of pelagic chaetognath species inhabited in coastal waters of the Turkey. During the preparation of this identification key, personal observations and information obtained from previous studies were used. As a result of the studies performed on the coasts of Turkey, it was observed that a total of 13 chaetognath species of 9 genera were distributed along the Turkish coasts. In the present study, their morphological and distributional characteristics were presented together with identification key and it was aimed to be base references for further studies.

*Keywords:* Pelagic chaetognaths, identification key, morphological characters, Turkey

## GİRİŞ

Ketognatlar denizel ekosistemlerde yaygın dağılım gösteren ve 200'den fazla türü bulunan bir şubedir (Bierri, 1991). Bu canlıların boyutları küçük olmasına karşın, ikincil tüketiciler olarak pelajik besin ağında önemli rol oynamaktadır (Casanova, 1999). Zooplankton içinde en yaygın bulunan gruplardan olan ketognatlar, bolluk bakımından da komünitede bazen kopepodlardan sonra ikinci ya da üçüncü sırada yer almaktadır. Reeve (1970) dünya okyanuslarında ketognat biyokütlesinin toplam kopepod biyokütlesinin % 30'una kadar ulaşabilen oranlarda bulunduğunu bildirmiştir.

Ketognatlar morfolojileri ve yüzme şekillerinden dolayı genellikle ok kurtları ya da mızrak solucanları olarak bilinirler. Bununla birlikte, latince kıl diken anlamına gelen "chaeto" ve çene anlamına gelen "gnathos" kelimelerden türemiştir ve kılı çeneliler (Chaetognatha) anlamına gelmektedir. Vücutları bilateral simetrik olup, enterosömlü hayvanlardır (Hyman, 1957). Embriyonik gelişimleri bakımından ise deuterostoma (ikincil ağızlılar) içinde yer almaktadır (Zhang, 1988). Bu canlıların belirsiz filogenetik kökeni (Szaniawski, 2002) ve diğer şubelerle olan ilişkisi diğer hayvan gruplarından taksonomik olarak izole olduğunu gösterir (Casanova, 1999).

Türkiye kıyılarında ketognatlar ile ilgili çalışmalar yeterli düzeyde olmamakla birlikte, bunun en önemli sebeplerinden birisi tanı ve teşhisleri için yeterli kaynak bulunmamasıdır (İşmen, 2000; Üstün, 2005; Beşiktepe, 2000; Mutlu, 2005; Hazar, 2006; Terbiyik vd. 2007; Terbiyik ve Sarıhan, 2008; Terbiyik Kurt ve Polat, 2013; Kurt, 2016; Terbiyik Kurt, 2018). Türkiye sularında bu güne değin kayıt edilmiş ve gözlenmiş 9 cinse ait toplam 13 ketognat türü bulunmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye kıyılarında bulunan ketognatların tanı anahtarı ve karakteristik özellikleri verilerek, ileride yapılacak çalışmalara katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada kişisel gözlemlerimiz ve daha önce yapılmış çalışmalardan verilen tanımlamalardan yararlanılmıştır. (Michel, 1984; Pierrot-Bults ve Chidgey, 1988; Mc Lelland, 1989; Bierri, 1991; Kehayias vd., 1999; Casanova, 1999). Ketognat örnekleri İskenderun Körfezi kıyı- açık bölgelerinden ağ göz açıklığı 200 µm olan WP2 model standart zooplankton kepçesi kullanılarak alınmıştır. Toplanan örnekler % 4'lük tamponlanmış formaldehit eklenecek korunmuştur. Türlerin sınıflandırılması aşamasında WoRMS veri tabanı kullanılmıştır.

### Genel Morfolojisi

Ketognatlar uzamış, ince tüp şeklinde ve silindirik yapıdadır (Casanova, 1999). Genellikle saydam olan bu canlılardan bazıları fiksasyondan sonra opak olabilmektedir (Conway, 2015). Bu canlılar, türlere özgü olarak saydam ya da mat ve yumuşak ya da sert yapıda olabilmektedir. Vücutları 3 bölümden oluşur: Baş, gövde ve kuyruk (Şekil 1.A). Baş, yuvarlak, hafifçe yassılaştırmış olup her iki tarafında yakalama çengelleri, vestübül organ, ön ve arka dişleri taşır (Şekil 1. B). Ağız açıklığı başın ventral bölgesinde yer almaktadır. Dorsal kısmında bir çift göz ve gövde segmentine doğru uzayan silli lop (corona ciliata) bulunur (Şekil 1.C). Baş, gövde segmentinden dar bir boyun ile ayrılmıştır. Gövde segmentinde bağırsak, bağırsak divertikülü, yaka, ventral gangliyon, yumurtalıklar, anüs açıklığı, ön yüzgeçler ve arka yüzgeçlerin bir bölümü yer almaktadır (Pierrot- Bults & Chidgey, 1988). Gövde segmenti kuyruk bölmesi ile kuyruk segmentinden ayrılmaktadır. Kuyruk segmentinde ise arka yüzgeçlerin bir bölümü, seminal keseler ve kuyruk yüzgeci bulunur (Şekil 1A).

### Ketognat Türleri ve Tanıları

Ülkemiz kıyılarının çeşitli bölgelerinde (Karadeniz, Marmara, Akdeniz) ketognatlarla ilgili çalışmalar mevcut olup (İşmen, 2000; Üstün, 2005; Beşiktepe, 2000; Mutlu, 2005; Hazar, 2006; Terbiyik vd. 2007; Terbiyik ve Sarıhan, 2008; Terbiyik Kurt ve Polat, 2013; Kurt, 2016; Terbiyik Kurt, 2018), 9 cinse ait toplam 13 ketognat türü dağılım göstermektedir. Bunların sınıflandırılmalı listesi aşağıda verilmiştir.

Alem: Animalia

Şube: Chaetognatha

Sınıf: Sagittoidea

Takım: Apheragmophora

**Familiya: Krohnittidae Tokioka, 1965**

Cins: Krohnitta Ritter-Záhony, 1910

*Krohnitta subtilis* (Grassi, 1881)

**Familiya: Sagittidae Claus and Groben, 1905**

**Cins: Decipisagitta Bieri, 1991**

*Decipisagitta decipiens* (Fowler, 1905)

**Cins: Ferosagitta Kassatkina, 1971**

*Ferosagitta galerita* (Dallot, 1971)

**Cins: Flaccisagitta Tokioka, 1965**

*Flaccisagitta enflata* (Grassi, 1881)

*Flaccisagitta hexaptera* (d'Orbigny, 1836)

**Cins: Mesosagitta Tokioka, 1965**

*Mesosagitta minima* (Grassi, 1881)

**Cins: Parasagitta Tokioka, 1965**

*Parasagitta friderici* (Ritter-Záhony, 1911)

*Parasagitta megalophthalma* (Dallot and Ducret, 1969)

*Parasagitta setosa* (J. Müller, 1847)

*Parasagitta tenuis* (Conant, 1896)

**Cins: Pseudosagitta Germain & Joubin, 1912**

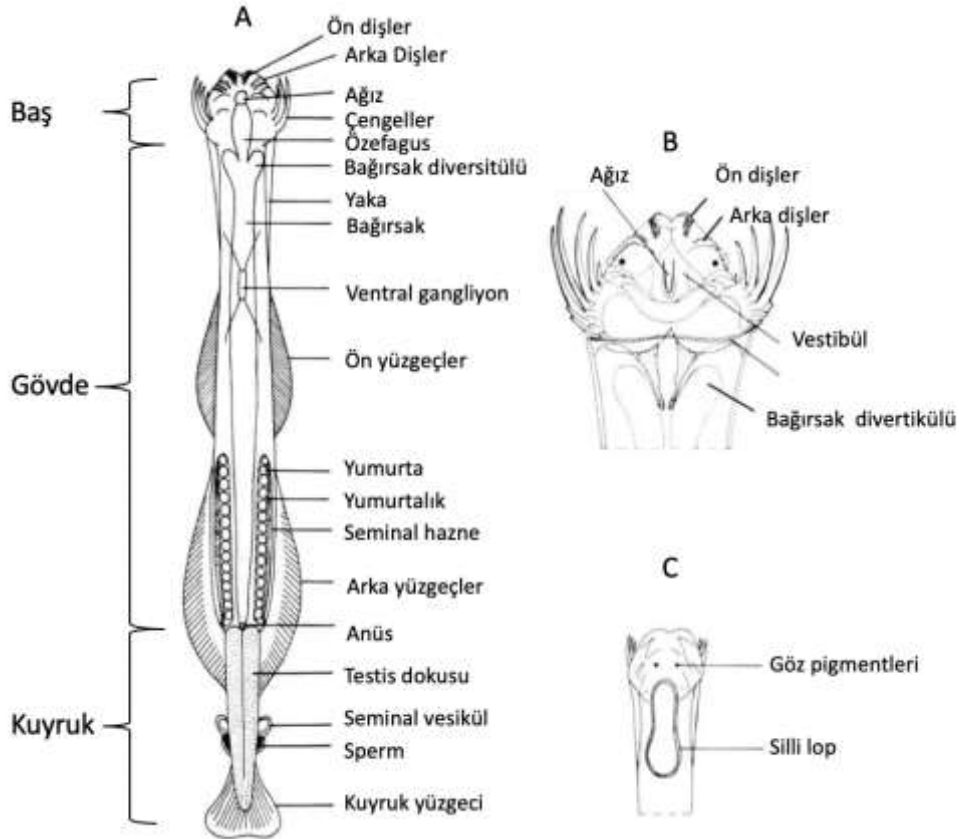
*Pseudosagitta lyra* (Krohn, 1853)

**Cins: Sagitta Quoy & Gaimard, 1827**

*Sagitta bipunctata* Quoy and Gaimard, 1827

**Cins: Serratosagitta** Tokioka, 1965  
*Serratosagitta serratodentata* (Krohn, 1853)

Ketognatların vücut yapısı ve uzantıları karakteristik özellik olduğundan tür tanısında kolaylıkla kullanılabilir. Aslında ketognatlardaki morfolojik çeşitlilik bilinenden daha fazla olup, yeni keşfedilen türlerde daha farklı yapılarında varlığı rapor edilmiştir (Dallot, 1970; Owre, 1973; Zhang ve Chen, 1983; Casanova, 1985;). Bununla birlikte, tayin anahtarının hazırlanmasındaki başlıca kural, çoğu türlerde kolaylıkla gözlenebilen genel karakterler ile başlamak ve tür sayısını azaltıcı karakterlerle devam etmektir (Kehayias vd., 1999; Terbiyik ve Sarihan, 2007). Mevcut tanı anahtarı oluşturulurken özellikle rahatlıkla görülebilen ve belirgin morfolojik karakterler kullanılmıştır. Ketognatlarda ön, arka ve kuyruk yüzgeçlerinin şekli ve pozisyonu, ışınların dağılımı, ön ve arka dişlerin sayısı, göz pigmentlerinin şekli ve büyüklüğü; yakanın varlığı ve şekli; bağırsak divertikülünün varlığı, çengellerin şekli ve sayısı, vücut bölümlerinin oranı, seminal kesenin şekli ve yüzgeçler arasındaki pozisyonu, yumurtalıkların yapısı ve uzunluğu ile yumurtanın büyüklüğü tür teşhisinde kullanılan başlıca morfolojik yapılarıdır (Alvarino, 1967; Michel, 1984; Terbiyik ve Sarihan, 2007). Fakat, bazı karakterlerin sadece olgunluk aşamasında görülebilmesi (örneğin seminal kese, yumurtalıklar) tür tayinini zorlaştırabilmektedir.



**Şekil 1.** A. Ketognatların genel dış yapısı, B. Baş yapısı, C. Silli Lop görünümü (Pierrot-Bult ve Chidgey, 1988'dan alınmıştır).

Ketognat türlerinin tanımlanmasında kullanılan çeşitli tayin anahtarları mevcuttur (Fraser, 1957; Furnest, 1957; Tregouboff ve Rose, 1957; Alvarino, 1967; Kasatkina, 1982; Michel, 1984; McLelland, 1989; Bierr, 1991; Casanova, 1999). Akdeniz'de dağılım gösteren türler için ise Kehayias vd. (1999) oldukça kullanışlı bir tanı anahtarı geliştirmiştir. Fakat bu tayin anahtarı son yıllarda ülkemiz kıyılarından rapor edilen *Ferosagitta galerita* türünü içermemektedir (Terbiyik vd., 2007). Mevcut tayin anahtarında ise Türkiye kıyılarında gözlenen ketognat türleri ele alınmıştır. Tayin anahtarı hazırlanırken Alvarino (1967); Dallot (1971); Michel (1984); Pierrot-Bult & Chidgey (1988); Zhong (1988); Mc Lelland, (1989); Bierr (1991); Casanova, (1999); Kehayias vd., (1999), Casanova (1999) ve Terbiyik vd. (2007)'den yararlanılmıştır. Tür teşhisleri sırasında, ketognat bireyleri

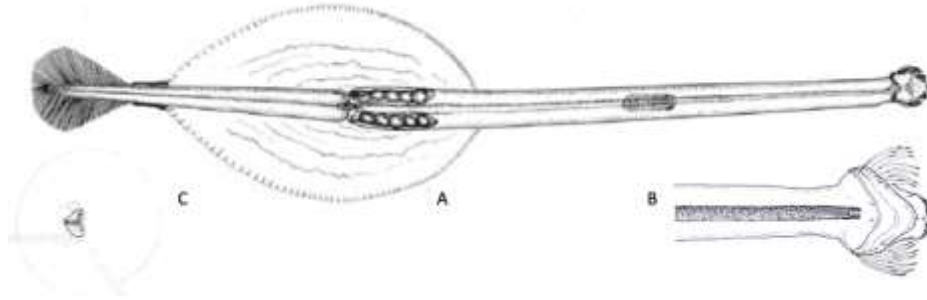
öncelikle tayin anahtarı takip edilerek tür düzeyinde belirlenmeli, sonra, “**Türlerin karakteristik özellikleri**” başlıklı bölümde verilen türlerin detaylı özellikleri ile karşılaştırıldıktan sonra nihai karar verilmelidir.

#### Familiya için tayin anahtarı (Bierri, 1991)

- 1)-Baş kısmında çengeller var, fakat dişler bulunmaz.....**Krohnittellidae; Bathyspadellidae**  
 - Baş kısmında hem dişler, hem de çengeller mevcuttur.....2  
 2)- Başın bir çift tek sıra diş bulunur.....3  
 -Başın her iki tarafında iki sıra diş bulunur.....5  
 3)-Dişler çok belirgin, yelpaze şeklinde, geniş tabanı fan gibi üst üste binmiş şekildedir  
 .....**Krohnittidae**  
 -Dişler kama şeklinde yada uzun ve dar, tabanda belirgin bir genişleme yoktur.....**Bathybelosidae, Eukrohnia (Eukrohniidae), Spadellidae**  
 4)-Ön ve arka yüzgeçler olmak üzere iki çift yüzgeç bulunur.....**Sagittidae**  
 -Vücudunda sadece bir çift yüzgeç bulunur.....**Heterokrohnia ve Archeterokrohnia Eukrohniidae**

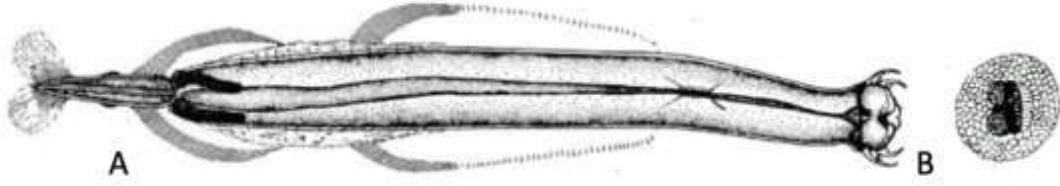
#### Türkiye kıyılarında yaşayan Krohnittidae ve Sagittidae familyasına ait ketognat türleri için tayin anahtarı

- 1)- Lateral yüzgeç iki çift .....2  
 -Lateral yüzgeç bir çift, başın her iki yanında birer sıra dişler mevcut, yüzgeç çifti geniş, dış tarafta ışsız zona sahip, gövdenin arkasından kuyruk yüzgecine uzar. Yaka ve bağırsak divertikülü yoktur. Seminal kese, yan yüzgeçler ve kuyruk yüzgeci arasında uzamıştır (Şekil 2. A,B)  
 .....**Krohnitta subtilis**



Şekil 2. A. *Krohnitta subtilis*'in genel görüntüsü, B. Baş ve dişlerin görünümü, C. Göz pigmenti pigmentinin görünümü (Mc lelland, 1989'dan).

- 2)-Vücut zayıf kas yapılı, saydam, vücut sosis yada uzun balon şekilli şişkin ve kabarık, maksimum vücut genişliği vücudun orta bölgesinde olup, vücut genişliği başın yaklaşık 1.5 ila 2 katı genişliğindedir.....3  
 -Vücut katı, belirgin kaslı, yarı saydam. Birey zayıf kaslı ise vücut yaklaşık baş genişliğinde, kabarık ve şişkin değildir. Fasulye filizi şeklinde, maksimum vücut genişliğine yaklaşık vücudun ortasında ulaşır.....5  
 3)-Ön ve arka yüzgeçler birbirine oldukça yakın ve ince doku parçası (yüzgeç köprüsü) ile bağlı, vücut oldukça büyük, ön yüzgeçlerin başlangıcı ventral gangliyona ulaşır yada yakın konumda yakın bir yerde başlar. Vestibüler oluk yarık şeklinde, yüzgeçlerin her ikisinde de ışsız zona sahip, kuyruk yüzgeci genellikle 2 lobludur (Şekil 3. A,B).....**Pseudosagitta lyra**

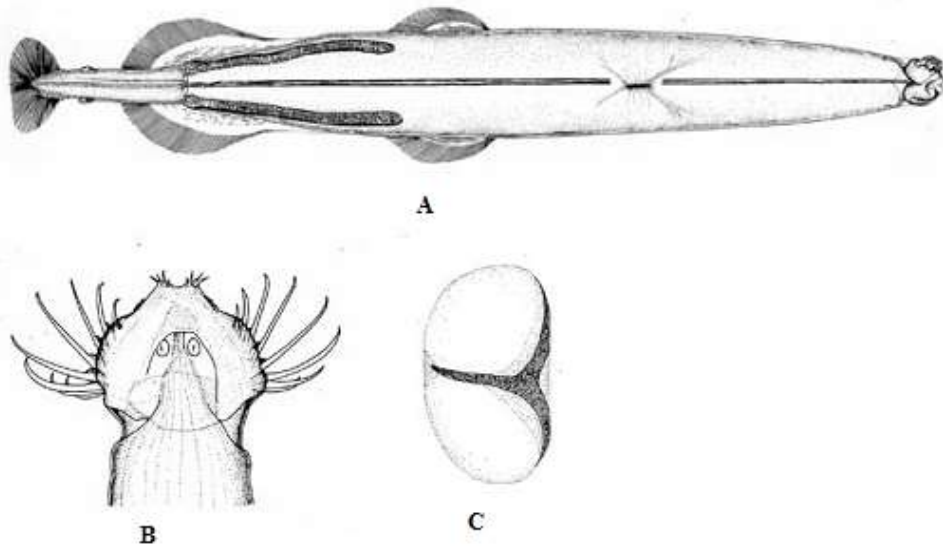


Şekil 3. A. *Pseudosagitta lyra*'nın genel görüntüsü (Mc lelland, 1989'dan),  
B. Göz pigmentinin görüntüsü (Nair,2019'dan)

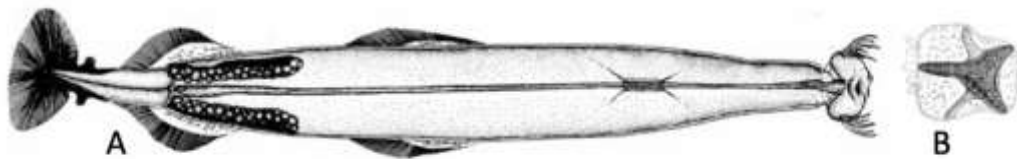
-Yüzgeçler arasında zarsı yüzgeç köprüsü yok, birbirlerinden belirgin şekilde ayrılmış, ön yüzgeçlerin başlangıcı ventral gangliyonun oldukça gerisinde ve vestibüler oyuk dairesel şekillidir.....4

4)-Ön dişler 2-4 dışarıya fırlamış, boyları 70 mm ye ulaşır, gözleri ince T şekilli pigment beneklidir. Seminal kese küçük, yuvarlak ve kuyruk yüzgecine yakındır. (Şekil 4. A, B, C).....  
.....*Flacisagitta hexaptera*

-Ön dişler dışarı fırlamamış, sayıları 4 den fazladır, boyları 30 mm ye ulaşır, gözleri yıldız şekilli pigment beneklidir. Kuyruk yüzgecinin bitiminde arka ucunda V şekilli materyal yığını var. Seminal kese kuyruk yüzgeciyle temas halindedir (Şekil 5. A, B ,C)  
.....*Flacisagitta enflata*



Şekil 4. A. *Flacisagitta hexaptera* 'nın genel görüntüsü, B. *F. hexaptera* 'nın baş kısmının görüntüsü, C. *F. hexaptera* 'nın göz pigmentinin görünümü (Mc lelland, 1989'dan).



Şekil 5. A. *Flacisagitta enflata* 'nın genel görüntüsü, B. Göz pigmentinin görüntüsü (Mc lelland, 1989'dan).



5)-Çengellerin uçlarının iç kısımları düzdür (Şekil 6 A).....6

-Çengellerin iç kenarı yüzlük büyütmede bakıldığında girintili çıkıntılıdır (Şekil 6 B), ön yüzgeçler ventral gangliyonun arka ucundaki seviyede başlar. Her iki yüzgeçte de ışsız zon bulunur. Seminal kese arka yüzgeçler ile bitişik, kuyruk yüzgecinden ayrılmıştır. Bağırsak divertikülü yok, yaka yok ya da gelişmemiş, yumurta tek sıra olgunlukta ön yüzgece ulaşır. Gözler uzamış 'T' şekilli pigment beneklerine sahiptir (Şekil 7.A,B,C).....*Serratosagitta serratodentata*



Şekil 6. A. Düz çengel ucu, B. Girintili çıkıntılı çengel ucu (Mc lelland, 1989'dan).



Şekil 7. A. *Serratosagitta serratodentata*'nın genel görüntüsü, B. Göz pigmentinin görüntüsü (Mc Lelland, 1989'dan).

6)-Yaka yok yada gelişmemiştir.....7

-Yaka var.....9

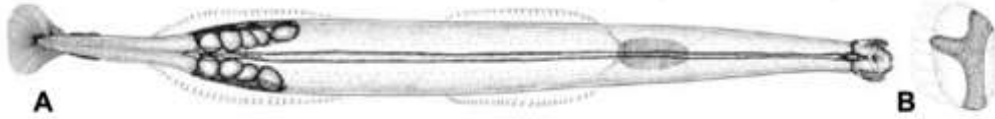
7)-Bağırsak divertikülü bulunmaz, yüzgeçler tamamen ışınlı, ön yüzgeçler ventral gangliyon seviyesinin oldukça aşağısında başlar, seminal kese arka yüzgece ve kuyruk yüzgecine yakın ya da olgunlukta her ikisine de bitişik olabilir. Yumurtalıklar kısa ön yüzgecin arka ucuna ulaşır (Şekil 8) .....*Parasagitta setosa*



Şekil 8. *Parasagitta setosa* 'nın genel görüntüsü (Peijnenburg, 2004'den).

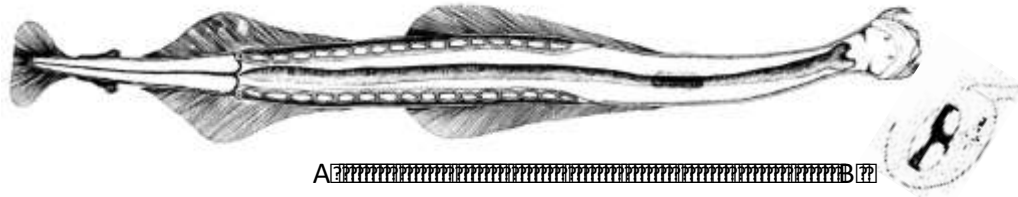
-Bağırsak divertikülü mevcut.....8

8)-Bağırsak divertikülü küçük, yüzgeçler kısmen ışınlı, dış tarafında seyrek ışınlar bulunur. Yumurtalıklar kısa olup, birkaç yumurta bulunur. Seminal kese kuyruk yüzgecine bitişik, arka yüzgeçlerden ayrılmıştır. Gözler, T şekilli pigment beneklerine sahiptir (Şekil 9. A, B).....*Mesosagitta minima*



Şekil 9. A. *Mesosagitta minima*'nın genel görüntüsü, B. Göz pigmentinin görüntüsü (Mc lelland, 1989'dan).

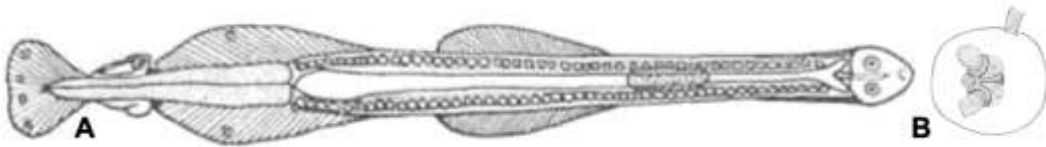
-Bağırsak divertikülü büyük, yüzgeçler tamamen ışınlı, göz pigmenti T şeklinde olup, üç uzantısı da eşittir. Seminal kese Kuyruk yüzgeci ve arka yüzgeçlere bitişik değildir (Şekil 10. A, B)  
.....*Decipisagitta decipiens*



Şekil 10. A. *Decipisagitta decipiens*'in genel görüntüsü, B. Göz pigmenti.

9)-Bağırsak divertikülü yok yada gelişmemiş.....10

-Bağırsak divertikülü belirgin, seminal kese kuyruk yüzgecine ve arka yüzgeçlere bitişik, yumurtalıklar boyun bölgesine ulaşır. Gözler T şekilli pigment beneklerine sahiptir (Şekil 11. A, B).....*Ferosagitta galerita*



Şekil 11. A. *Ferosagitta galerita*'nın genel görüntüsü, B. Göz pigmentinin görüntüsü (Dallot, 1971'den).

10)-Seminal kese arka yüzgeçlerden belirgin şekilde ayrılmış.....11

-Seminal kese arka yüzgeçlere bitişik.....12

11)-Yaka iyi gelişmiş, tüm gövdeyi kaplar. Gözler küçük, yumurtalıklar ventral gangliyon bölgesine ulaşır, yumurta büyük bir ya da iki sıralı, seminal kese küçük, ön kısmı belirgin şekilde yuvarlak, kuyruk yüzgeci ile bitişiktir. Gözler küçük ve hafifçe uzamıştır (Şekil 12. A, B).....*Sagitta bipunctata*



Şekil 12. A. *Sagitta bipunctata*'nın genel görüntüsü (Mc lelland, 1989'dan), B. Göz pigmentinin görüntüsü (Nair, 2019b'dan).

-Yaka sadece boyunda bulunur. Ön yüzgeçler ventral gangliyonun arka ucundan gangliyonun yarısı kadar uzunluğunda bir arayla başlar, seminal kese kuyruğa yakın fakat bitişik değildir. Ön dişlerin sayısı arka dişlerden daha azdır. Yumurtalıklar ön yüzgecin ön ucuna kadar ulaşabilir. Gözler T şekilli pigment beneklere sahiptir (Şekil 13. A,B).....*Parasagitta megalophthalma*



Şekil 13. A. *Parasagitta megalophthalma*'nın genel görüntüsü, B. Göz pigmentinin görüntüsü (Mc lelland, 1989'dan).

12)-Yaka küçük, erginlerde yumurta küçük ve çok sayıda çoğunlukla ön yüzgeçlerin orta noktasına kadar ulaşabilir, seminal kesenin ön tarafı şişkindir, boy 15 mm ye ulaşır. Gözler köşelidir (Şekil 14. A, B).....*Parasagitta friderici*



Şekil 14. A. *Parasagitta friderici*'nin genel görüntüsü, B. Göz pigmentinin görüntüsü (Mc lelland, 1989'dan).

-Yaka gelişmiş, yumurta büyük ve çok sayıda değil, genellikle ön yüzgece uzamaz, seminal kese oval, boyu 8 mm den az, gözler köşelidir (Şekil 15. A, B).....*Parasagitta tenuis*



Şekil 15. A. *Parasagitta tenuis*'in genel görüntüsü, B. Göz pigmentinin görüntüsü (Mc lelland, 1989'dan).

#### Türlerin karakteristik özellikleri

**Familiya: Krohnittidae Tokioka, 1965**

**Cins: Krohnitta Ritter-Záhony, 1910**

***Krohnitta subtilis* (Grassi, 1881)**

Vücutları zayıf ve şeffaf, baş küçük boyun bölgesinde çok az farkla genişlemiş, gözleri yuvarlak pigment beneklidir (Şekil 2. B) Kuyruk ve gövde kısmında konumlanmış bir çift yan yüzgeçlere sahiptir. Yüzgeçlerin büyük bir kısmı ışsız zon içerir. Yaka ve bağırsak divertikülü yoktur. Yumurtalıklar kısa, yumurta büyüktür. Seminal kese, kuyruk yüzgeci ve yan yüzgeçler arasında uzamıştır (Şekil 2. A) (Pierrot- Bults ve Chidgey, 1988).

Olgunlaşmış bireylerin vücut uzunluğu 12-16 mm, çengellerin sayısı 7-9, tek sıralı dişlerin sayısı 9-12'dir. Kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 31-40'tır (Mc lelland, 1989).

**Ekolojisi:** Oseanik, alt epiplanktonik ya da üst mezoplanktoniktir (Kehayias vd., 1999).

**Familiya: Sagittidae Claus and Groben, 1905**

**Cins: Decipisagitta Bieri, 1991**

***Decipisagitta decipiens* (Fowler, 1905)**

Vücut ince, yarı saydam, yumuşak, yumurtalıkların bulunduğu bölgede en geniş (Şekil 10. A). Baş küçük olup, gövdeden belirgin bir boyun ile ayrılır. Gözler oval şekilli olup, pigmenti üç dallı görülmektedir (Şekil 10. B). Enine olan pigment dalı boyuna olanlardan göreceli olarak kısadır.

Bağırsak divertikülü mevcut olup, iyi gelişmiştir. Ön yüzgeçler ventral gangliyonun neredeyse arka ucunun yarısına gelir. Göreceli olarak arka yüzgeçlerden daha uzundur ve tamamen ışılıdır. Arka yüzgeçler üçgen şekilli, kuyruk bölmesinde en geniştir. Yüzgeçlerin çoğunluğu gövdede konumlanmıştır. Yumurta kanalının açıklığının bulunduğu alandaki küçük kısım hariç tamamıyla ışılıdır. Yumurtalıklar ön yüzgeçlerin ön ucuna doğru uzamıştır. Yumurta oval, silindirik ve tek sıralıdır. Seminal kese ön bölgesi en geniş olmak üzere armut şekillidir. Arka ve kuyruk yüzgecinden belirgin bir şekilde ayrılmış olup, kuyruk yüzgecine daha yakındır (Alvarino, 1967). Olgun bireylerin uzunluğu 13-16 mm'dir. Çengellerin sayısı 5-8; ön dişler 8-10; arka dişler 19-22 sayıdadır. Kuyruk bölümü toplam vücudun yaklaşık %25-29 kadarını oluşturur (Alvarino, 1967). Kaslar görünür, fakat zayıftır.

**Ekolojisi:** Mesopelajik, açık deniz bölgeleri tercih eder. Levant ara suyunun indikatörüdür (Furnestin 1979).

**Cins: Ferosagitta Kassatkina, 1971**

***Ferosagitta galerita* (Dallot, 1971)**

Vücutları sert, katı ve mattır (Şekil 11. A). Gözler büyük, T şekilli pigment beneklerine sahiptir (Şekil 11. B). Ön yüzgeçler ventral gangliyonun arka ucundaki seviyeden başlar. Ön ve arka yüzgeçler tamamen ışılıdır. Bağırsak divertikülü mevcuttur. Boyun bölgesinde yaka oldukça belirgindir. Yumurtalıklar uzun olup ve boyun bölgesine kadar uzanır. Seminal kese yuvarlak, tepe ve uzamış gövde kısmından oluşmuş olup, hem arka yüzgeçlere hem de kuyruk yüzgecine bitişik bulunur (Terbiyik vd., 2007; Dallot, 1971). Çengellerin sayısı 6-7, ön dişlerin sayısı, 4-8 arka dişlerin sayısı 8-13 civarındadır. Olgun bireylerin boyları: 11- 12 mm. Kuyruk bölümünün toplam vücut uzunluğuna oranı %26 ile 30 arasında değişir (Terbiyik vd., 2007).

**Ekolojisi:** Epipelajik, neritiktir (Dallot, 1971).

**Cins: Flaccisagitta Tokioka, 1965**

***Flaccisagitta enflata* (Grassi, 1881)**

Vücutları yumuşak ve saydam, baş geniş ve belirgin bir boyun bölgesiyle gövdeden ayrılmıştır (Şekil 5. A). Bağırsak divertikülü ve yaka bulunmaz. Ön yüzgeçler kısa ve ışısız zona sahiptir, ventral gangliyonun arka ucundan oldukça geride başlar. Arka yüzgeçler ise geniş ve yuvarlaktır, ışısız zona sahiptir. Göz pigmentleri yıldız şeklindedir (Şekil 5. B). Yumurtalıklar olgunlaşmış bireylerde genellikle kısadır, bazen ön yüzgeçlerin arka ucuna doğru uzanabilir, yumurta küçük ve birkaç sıralıdır. Seminal kese küçük, yuvarlaktır, kuyruk yüzgecine bitişik bulunur (Şekil 5. A) (Alvarino, 1967). Olgun bireylerin uzunluğu: 6-25 mm dir (Alvarino, 1967). Çengellerin sayısı 8-11, ön dişlerin sayısı 6-11, arka dişlerin sayısı 16'ya ulaşır, kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 14-18'dir (Mc lelland, 1989).

**Ekolojisi:** Epipelajik, neritik ve oşeanik (Kehayias vd., 1999)

***Flaccisagitta hexaptera* (d'Örbigny, 1836)**

Vücutları saydam ve yumuşaktır. Ön yüzgeçler yuvarlak ve kısmen ışılıdır, belirgin arayla ventral gangliyonun arka ucunun gerisinden başlar (Şekil 4. A). Arka yüzgeçler köşeli ve kısmen ışılıdır. Göz pigmentleri T şekillidir (Şekil 4. C). Yaka ve bağırsak divertikülü bulunmaz, olgun yumurtalıklar bazen ventral gangliyona kadar ulaşabilir ve yumurta küçük 3 sıralıdır, seminal keseler yuvarlak ve küçük, kuyruk yüzgecine yakın konumlanmıştır (Mc lelland, 1989). Olgunlukta vücut uzunluğu 38-40 mm olup, çengeller 6-10, ön dişler 3-6, arka dişler 3-8 sayıdadır. Kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 17-20'dir (Mc lelland, 1989).

**Ekolojisi:** Oşeanik, epi- ve mesopelajik olup, bazen sığ kıyısal sularda da bulunabilir (Kehayias vd., 1999)

**Cins: Mesosagitta Tokioka, 1965**

***Mesosagitta minima* (Grassi, 1881)**

Vücutları küçük, ince olup, küçük bir başa sahiptirler. Ön yüzgeçler ventral gangliyonun biraz gerisinde başlar, küçüktür. Göz pigmenti uzamış T şeklindedir (Şekil 9. B). Arka yüzgeçler daha çok gövde kısmında konumlanmıştır. İki de büyük ölçüde ışısız zona sahiptir. Yaka yoktur. Bağırsak divertikülü bulunur. Yumurtalıklar çok kısa olup, içinde 4-5 tane büyük yumurta vardır. Seminal kese ovaldir. Arka yüzgeçlerden belirgin şekilde ayrılmış olup, kuyruk yüzgeciyle bitişiktir (Şekil 9. A) (Mc lelland, 1989). Olgun bireylerin vücut uzunluğu 14- 20 mm. Çengeller 6, ön dişler 7-9, arka dişler

14-20'dir. Kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 19-27 dir (Mc lelland, 1989).

**Ekolojisi:** Oseanik ve neritik bir tür olup, oseanik ve kıyusal suların karıştığı bölgelerde yoğun olarak bulunur (Kehayias vd., 1999).

**Cins: Parasagitta Tokioka, 1965**

***Parasagitta friderici* (Ritter-Záhony, 1911)**

Vücut oldukça katı ve mattır. Ön yüzgeçler kısa ve ventral gangliyonun arka ucundaki seviyede başlar. Arka yüzgeçler gövdede ve kuyruk kısmında eşit konumlanmıştır. İki de tamamen ışılıdır. Yaka kısa ve sadece boyun bölgesinde vardır. Yumurtalıklar ön yüzgece doğru uzanır, yumurta 2 sıralıdır. Olgunlaşmış seminal keseler yuvarlak ön bölge ve gövde olarak şekillenmiş olup, hem kuyruk yüzgecine hem de arka yüzgeçlere bitişiktir (Mc lelland, 1989) (Şekil 14. A). Gözler köşeli yapıdadır. Olgunlaşmış bireylerin boyu: 9-13 mm'dir. Çengellerin sayısı 7-9, ön dişlerin sayısı 5-9, arka dişlerin sayısı 22'ye ulaşır. Kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 25-30'dur (Mc lelland, 1989).

**Ekolojisi:** Neritik ve epiplanktonik, düşük tuzlulukta kıyusal suları tercih ederler (Kehayias vd., 1999).

***Parasagitta megalophthalma* (Dallot and Ducret, 1969)**

Vücut ince, baş nispeten büyüktür. Ön yüzgeçlerin uçları yuvarlak tamamen ışılı, ventral gangliyondan çok az ara ile geride başlar. Arka yüzgeçlerin uçları yuvarlak ve tamamen ışılıdır. Boyun bölgesinde yaka bulunur. Bağırsak divertikülüne benzer küçük bir yapı vardır. Olgunlaşmış bireylerde yumurtalıklar arka yüzgeçlerin ön ucuna uzanır, yumurta küçük ve çok sıralıdır. Seminal kese arka yüzgeçlerden belirgin şekilde ayrılmış, kuyruk yüzgecine çok yakın ya da bitişiktir (Şekil 13. A). Gözler belirgin olarak büyük ve dikdörtgen biçimindedir (Mc lelland, 1989). (Şekil 13 B). Olgun bireylerin boy uzunluğu 19.5 mm'ye ulaşır. Çengeller 7-8, ön dişler 5-8, arka dişler 13-21 sayıdadır ve kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 22-19'dur (Mc lelland, 1989).

**Ekolojisi:** Oseanik, epipelajik veya mezopelajiktir (Kehayias vd., 1999).

***Parasagitta setosa* (J. Müller, 1847)**

Vücut küçük, dar, esnek ve saydam, baş küçüktür. Yüzgeçler yuvarlak ve tamamen ışılıdır. Ön yüzgeçler ventral gangliyondan biraz ara ile başlar, yaka yok ya da çok küçük, bağırsak divertikülü bulunmaz (Şekil 8. A). Gözler yıldız şekilli pigment beneklerine sahiptir (Şekil 8 B). Yumurtalıklar kısa, yumurta nispeten büyüktür, seminal kese arka yüzgeçlere yakın ya da bitişik, kuyruk yüzgecinden ayrılmıştır, uzamış gövde ve ön tepecikten oluşur (Pierrot-Bult ve Chidgey, 1988). Vücut uzunluğu 14 mmdir, çengeller 8-9, ön dişler 6-8, arka dişler, 10-16 sayıdadır. Kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 16-25'dir (Pierrot-Bult & Chidgey, 1988).

**Ekolojisi:** neritik, epipelajik düşük tuzluluğa sahip kıyusal suları tercih eder (Kehayias vd., 1999).

***Parasagitta tenuis* (Conant, 1896)**

Vücutları ince ve serttir. Ön yüzgeçler tamamen ışılı ventral gangliyonun arka ucundaki seviyeden başlar. Arka yüzgeçler tamamen ışılı ve köşeli yapıdadır. Boyun bölgesinde yaka bulunur. Bağırsak divertikülü yoktur. Olgunluk aşamasında yumurtalıklar arka yüzgeçlerin ön ucuna ulaşır. Yumurta büyük, yuvarlak ve bir sıralıdır. Seminal kese ön dairesel bölge ve uzamış gövde kısmından oluşmuş olup, olgunlaşmış bireylerde hem kuyruk yüzgecine hem de arka yüzgeçlere bitişiktir (Şekil 15 A). Gözler köşeli şekilde pigmentlere sahiptir (Mc lelland, 1989). (Şekil 15 B). Olgun bireylerin vücut uzunluğu, 7mm den küçüktür. Çengeller 6-9, Ön dişler 6-7, arka dişler 13-19 sayıdadır (Casanova, 1999). Kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 24-32'dir. (Mc Lelland, 1989).

**Ekolojisi:** Neritik ve epiplanktoniktir (Mc lelland, 1989).

**Cins: Pseudosagitta Germain & Joubin, 1912**

***Pseudosagitta lyra* (Krohn, 1853)**

Vücutları saydam ve yumuşaktır. Ön yüzgeçler uzun ve yuvarlak, ventral ganliyonun arka ucundaki seviyeden başlar (Şekil 3. A). Arka yüzgeçler ise köşelidir. Gözler uzamış Y şekilli pigmentlere sahiptir (Şekil 3. B) Ön ve arka yüzgeçler yüzgeç köprüsü ile bir birbirlerine bağlıdır. Bağırsak

divertikülü ve yaka bulunmaz. Kuyruk yüzgeci 2 lopludur. Yumurtalıklar uzun, yumurta küçük ve çok sıralıdır. Seminal kese oval ve arka yüzgeçlere yakın olarak konumlanmıştır (Şekil 3. A). Yumurtalıklar ön yüzgecin ortasına ulaşır, yumurta küçük, 4 sıralıdır, seminal kese arka yüzgece yakın fakat bitişik değildir (Şekil 3.A) (Mc Lelland, 1989). Olgun bireylerin vücut uzunluğu: 30- 38 mm'dir. Çengellerin sayısı 3-9, ön dişlerin sayısı 3-8, arka dişlerin sayısı 10'a ulaşır. Kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 15-20'dir (Mc Lelland, 1989).

**Ekolojisi:** Mesopelajik, açık deniz bölgelerini tercih eder (Furnestin, 1979), bazen akıntılarla kıyısal bölgelere yakın yerlere taşınabilir.

**Cins: Sagitta Quoy & Gaimard, 1827**

***Sagitta bipunctata* Quoy and Gaimard, 1827**

Vücut katı ve mat, ön yüzgeçler yuvarlak, tamamen ışınlı ve ventral gangliyonun arka ucundaki seviyede başlar (Şekil 11. A). Gözler hafifçe uzamış pigmentlere sahiptir (Şekil 11. B). Arka yüzgeçler de hafif köşeli ve tamamen ışınlıdır. Yaka oldukça gelişmiş olup, vücut uzunluğu boyunca arkaya doğru uzar. Bağırsak divertikülü yoktur. Yumurtalıklar ön yüzgeçlerin arka ucunu geçerek öne doğru uzamıştır. Seminal kese yuvarlak tepe ve uzamış gövde kısmından meydana gelmiş olup, kuyruk yüzgecine bitişiktir, fakat arka yüzgeçlerden belirgin şekilde ayrılmıştır. Arka yüzgeçlerle seminal kese arasında yumuşak ince doku paçası bulunmaktadır (Mc lelland, 1989) (Şekil 11. A). Olgunlaşmış bireyin vücut uzunluğu 10-15 mm arasındadır. Çengellerin sayısı 8-11, ön dişlerin sayısı 5-7 ve arka yüzgeçlerin sayısı 17'ye ulaşır, kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 24-27'dir (Mc lelland, 1989).

**Ekolojisi:** Oşeanik ve epipelajiktir. Tuzluluğun yüksek olduğu açık deniz sularını tercih ederler (Kehayias vd. 1999).

**Cins: Serratosagitta Tokioka, 1965**

***Serratosagitta serratodentata* (Krohn, 1853)**

Vücut ince, katı ve mattır. Çengellerin içlerinde girintili çıkıntılı yapı bulunur (Şekil 7. B). Boyun bölgesinde küçük bir yaka görünebilir. Ön yüzgeçler köşeli, ışsız zona sahip ve ventral gangliyonun arka ucundaki seviyede başlar. Arka yüzgeçler uzun, köşeli ışsız zona sahiptir. Yaka yok ya da gelişmemiştir. Bağırsak divertikülü yoktur. Yumurtalıklar olgunlukta ön yüzgeçlerin başlangıcına kadar ulaşır (Michel, 1984). Yumurta küçük ve tek sıradır. Seminal kesenin ön tarafında yanlarda 2 papilla bulunur, arka yüzgeçlere bitişik olup kuyruk yüzgecinden ayrılmıştır (Şekil 7. A). Gözler uzamış T şekilli pigment beneklerine sahiptir (Mc Lelland,1989). (Şekil 7. B). Olgun bireylerin vücut uzunluğu: 10–13 mm arasındadır. Çengeller 5-8, ön dişler 6-10, arka dişler 15-20 sayısındadır. Kuyruk bölgesinin uzunluğunun toplam vücut uzunluğuna oranı % 23-28'dir (Mc Lelland,1989).

**Ekolojisi:** Oşeanik ve epiplanktonik bir türdür (Michael, 1984).

**Teşekkür:** Kaynak elde etme konusunda yardımları olan George Kehayias, Erik Thuesen ve Mc Lelland'a burada teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

- Alvarino, A. (1967). The Chaetognatha of the Naga Expedition (1959-1961) in the South ChinaSea and the Gulf of Thailand, *Naga Report*, 4(2), 1-197.
- Beşiktepe, Ş., & Ünsal, M. (2000). Population structure, vertical distribution and diel migration of *Sagitta setosa* (Chaetognatha) in the South- western part of the Black Sea. *Journal of Plankton Research*, 22(4), 669-683.
- Bieri, R. (1991). Systematics of the Chaetognatha. In Q. Bone, H. Kapp & A. C. Pierrot-Bults (Eds.), *The Biology of Chaetognaths* (pp.122-136). Oxford: Oxford University Press.
- Casanova, J. P. (1985). Description de L'appareil genital primitive du genre *Eukrohnia* et nouvelle classification des chaetognathes. *Compte rendu de l'Academie des Sciences*, 301(11), 397-402.
- Casanova, J.P. (1999). Chaetognatha. In D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic Zooplankton* (pp.1353-1374). Leiden: Backhuys Publishers.
- Conway, D.V.P. (2015). Marine zooplankton of southern Britain. Part 3: Ostracoda, Stomatopoda, Nebaliacea, Mysida, Amphipoda, Isopoda, Cumacea, Euphausiacea, Decapoda, Annelida, Tardigrada, Nematoda, Phoronida, Bryozoa, Entoprocta, Brachiopoda, Echinodermata, Chaetognatha, Hemichordata and Chordata. In A.W.G. John (Ed.). Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom.
- Dallot, S., (1970). L'Anatomie du tube digestif dans la phylogenie et la systematique des chaetognathes. *Bulletin*

- du Museum National d'Histoire Naturelle*, 42, 549-565.
- Dallot, S., (1971). Les chaetognathes de Nosy Bé: description de *Sagitta galerita* sp.n. *Bulletin Zoölogisch Museum Universiteit van Amsterdam*, 2, 13-18.
- Fraser, J. H. (1957). Chaetognatha. Zooplankton, sheet 1, Conseil international pour l'exploration de la mer, Paris.
- Furnestin, M. L. (1957). Chaetognathes et zooplancton du secteur Atlantique marocoin. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes*. 21 (1-2), 1-356.
- Hazar, D. (2006). İskenderun Körfezi'nde bulunan ketognat (Sagittidae) türlerinin taksonomisi ve genetik analizi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Hyman, L.H. (1959). The Invertebrates. Vol. 5. McGraw-Hill Company, Newyork.
- İşmen, P. (2000). İskenderun Körfezi'nde ketognat dağılımı ve topluluk yapısı. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Kasatkina, A.P. (1982). Chaetognaths of the Seas of USSR and Adjacent Waters. Nauka Leningrad.
- Kehayias, G., Fragopoulou, N., & Lykakis. J. (1999). An identification key for the chaetognath species of the Mediterranean Sea. *Biologia Gallo-Hellenica*, 25, 105-124.
- Kurt, T., 2016. Kuzeydoğu Akdeniz, Türk Boğazlar Sistemi ve Karadeniz mesozooplankton topluluklarının bölgesel değişimi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Mc Lelland, J.A. (1989) An illustrated key to the Chaetognatha of the northern Gulf of Mexico with notes on the their distribution. *Gulf Research Reports*, 8, 145-172.
- Michel, H.B. (1984). Chaetognatha of the Caribbean Sea and Adjacent Areas. NOAA NMFS, 1- 33 Technical Report 15.
- Mutlu, E. (2006). Diel vertical migration of *Sagitta setosa* as inferred acoustically in the Black Sea. *Marine Biology*. 149 (3), 573-584.
- Nair, V. R. (2019a). [http://www.niobioinformatics.in/pdf/chaetognaths/Cheatognaths\\_19.pdf](http://www.niobioinformatics.in/pdf/chaetognaths/Cheatognaths_19.pdf). Erişim tarihi: 25.05.2018.
- Nair, V. R. (2019b). [http://www.niobioinformatics.in/pdf/chaetognaths/Cheatognaths\\_12.pdf](http://www.niobioinformatics.in/pdf/chaetognaths/Cheatognaths_12.pdf). Erişim tarihi: 25.05.2018.
- Owre , H. B. (1973). A new Chaetognath genus and species, with remarks on the taxonomy and distribution of others. *Bulletin of Marine Science*, 23, 948-963.
- Peijnenburg K.T.C.A., & Pierrot- Bults, A.C. (2004). Quantitative morphological variation in *Sagitta setosa* Müller 1847 (Chaetognatha) and two closely related taxa. *Zoology*, 74, 305- 315.
- Pierrot- Bults, A.C., & Chidgey K.C. (1988). Chaetognatha. *Synopses of the British Fauna (New Series)* 39, 1-66.
- Reeve, M.R. (1970). I. Quantitative aspects of growth and egg production in *Sagitta hispida*. In G. H. Steele (Ed.) *Marine food chains*, pp(168-189), Edinburgh: Oliver Boyd.
- Szaniawski, H. (2002). New evidence for protoconodont origin of chaetognaths. *Acta Palaeontologica Polonica* 47(3), 405- 419.
- Terbiyik Kurt, T. (2018). İskenderun Körfezi (Kuzeydoğu Akdeniz) Kıyısız Sularında *Flaccisagitta enflata* (Grassi, 1881)'nın Beslenmesi ve Bağırsak İçeriği Üzerine İlk Gözlemler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5), 765-771.
- Terbiyik Kurt, & T., Polat, S. (2013). Seasonal distribution of coastal mesozooplankton community in relation to the environmental factors in Iskenderun Bay (north-east Levantine, Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93, 1163-1174.
- Terbiyik, T., Çevik, C., Toklu-Alıçlı, B., & Sarihan, E. (2007). First record of *Ferosagitta galerita* (Dallot, 1971) [Chaetognatha] in the Mediterranean Sea. *Journal of Plankton Research*, 29(8), 721-726.
- Terbiyik, T., & Sarihan, E., (2008). Seasonal distribution of species composition and abundance of chaetognaths in the Yumurtalık Inlet (Adana). *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(8), 90-95.
- Tregouboff, G., & Rose, M. (1957). Manuel de Planctologie Mediterranenne. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- Üstün, F. (2005). Karadeniz'in Sinop burnu bölgesinin zooplankton kompozisyonu ve mevsimsel dağılımı. 19 Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Zgong, Z. (1988). Marine Planktonology. Ocean Press, China.
- Zhang, G., & Chen, O. C. (1983). Studies on chaetognaths in central and northern parts of South China Sea. *Contributions on marine biological research of the South China Sea*, 1, 17-63.

## Investigation of Prevalence of Co-Infection by *Batrachochytrium dendrobatidis* and Ranavirus in Endemic Beyşehir Frog (*Pelophylax caralitanus*)

Ugur Cengiz ERİŞMİŞ<sup>1</sup>, Taner YOLDAŞ<sup>2</sup>, Cevdet UĞUZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe University, Faculty of Sciences and Literatures, Molecular Biology and Genetics Department, Afyonkarahisar, Turkey

<sup>2</sup>Düzce University, Scientific and Technological Research Application and Research Center, Düzce, Turkey

<sup>3</sup>Afyon Kocatepe University Faculty of Veterinary Medicine, Dept. of Medical Biology and Genetics, Afyonkarahisar, Turkey

\*Corresponding Author: [uerismis@aku.edu.tr](mailto:uerismis@aku.edu.tr)

Research Article

Received 02 January 2019; Accepted 06 March 2019; Release date 01 June 2019.

**How to Cite:** Erişmiş, U. C., Yoldaş, T., & Uğuz, C. (2019). Investigation of prevalence of co-infection by *Batrachochytrium dendrobatidis* and ranavirus in endemic Beyşehir frog (*Pelophylax caralitanus*). *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 239-246. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577595>

### Abstract

*Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) and Ranavirus (Rv) are among the pathogens responsible for the rapid decline of amphibian populations worldwide. The aim of this study is to determine the presence of both pathogens in the endemic Beyşehir frog population living in the Lakes Region in the southwestern Anatolia between 2014-2015 years. Prevalences of each pathogen and co-infections (i.e., presence infection with both of Bd and Rv in same animal) were 48.6 %, 10.3 % and 7.0 % respectively and differences in prevalences were detected among lakes and years. This study is the first report of Rv infection and co-infection with Bd and Rv of endemic Beyşehir frog (*Pelophylax caralitanus*) in Turkey. Although there are infection by both pathogens, it is unclear that how effective in declining of *P. caralitanus* population.

**Keywords:** *Batrachochytrium dendrobatidis*, Ranavirus, *Pelophylax caralitanus*, Co-Infection

### Endemik Beyşehir Kurbağası (*Pelophylax caralitanus*)'nda *Batrachochytrium dendrobatidis* ve Ranavirus ile Ko-enfeksiyon Yaygınlığının Araştırılması

### Özet

*Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) ve Ranavirus (Rv), dünya çapında amfibi populasyonlarının hızla azalmasından sorumlu patojenler arasındadır. Bu çalışmanın amacı, 2014-2015 yılları arasında Güneybatı Anadolu Bölgesi'ndeki Göller Bölgesi'nde yaşayan endemik Beyşehir kurbağa populasyonunda her iki patojenin varlığını saptamaktır. Her bir patojen ve koenfeksiyon varlığı sırasıyla %48,6, % 10,3 ve % 7,0 oranında tespit edildi ve göllerin ve yıllar arasında yaygınlık oranlarında farklılıkları tespit edilmiştir. Bu çalışma, Türkiye'de endemik Beyşehir kurbağası (*Pelophylax caralitanus*)'nda Bd ve Rv'si ile Rv enfeksiyonu ve ko-enfeksiyonunun ilk rapordur. Her iki patojen tarafından da enfeksiyon olmasına rağmen, *P. caralitanus* populasyonunun azalmasında ne kadar etkili olduğu tespit edilmemiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Batrachochytrium dendrobatidis*, Ranavirus, *Pelophylax caralitanus*, Ko-enfeksiyon

## INTRODUCTION

Several factors such as habitat loss, deforestation, excessive collection, touristic activities, predator species, agricultural chemicals, domestic waste, environmental pollution, disease and global climate change have been shown to explain the declines in amphibian population worldwide (Blaustein and Wake, 1995; Schock et al., 2010). Many factors can associate with the decline in global amphibian population for instance the destruction of habitats, increase in ultraviolet radiation, rise in the number of predatory species and the incidence of infectious diseases (Blaustein and Wake, 1995; Alford and Richards, 1999; Gardner et al., 2005; Beebe and Griffiths, 2005).



A rise in the incidence of some infectious disease such as saprolegniasis, chytridiomycosis and Ranavirus has a causative role in the mortality and morbidity of amphibian populations (Daszak et al., 1999; 2003; Kilpatrick et al., 2010).

Chytridiomycosis, caused by *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), is an infectious amphibian disease that has been associated with the decline in population worldwide (Berger et al., 1998; Laurance, 2008). Bd infects amphibians from the superficial, keratin-containing skin layers. (Berger et al., 1998; Rachowicz and Vredenburg, 2004). Infected frogs begin to die about 21 day, death usually occurs in adult animals (Voyles et al., 2012). Recent studies in Turkey have shown that Bd is present in *Pelophylax ridibundus*, *Hyla orientalis*, *Pseudepidalea variabilis*, *P. caralitanus* and *P. bedriagae* (Gocmen et al., 2013; Erismis et al., 2014).

Iridoviridae family include Ranavirus (Rv) genus with other four genera, which are Iridovirus, Lymphocystivirus, Chloriridovirus and Megalocytivirus. Lymphocystiviruses and Megalocytiviruses infect fishes, Iridoviruses and Chloriridovirus infect insects and Rv viruses responsible for mortality and morbidity in amphibians, fishes and reptiles (Chinchar, 2002).

Many ectothermic vertebrates such as amphibians, fishes and reptiles were infected by Rv which detected from many diseased or healthy vertebrates as well as in invertebrates in Australia, America, Europa and Asia. Global amphibian declines have adverse effect on economy and ecology (Fijan et al., 1999; Speare and Smith, 1992; Chinchar et al., 2002; 2009; Hyatt et al., 2002). Infection can be transmitted by animals ingesting other infected animals and contracting of animal-to-animal (Cullen and Owens, 2002; Picco and Collins, 2008). Furthermore, viruses spread by the translocation of infected fishes and the equipment of fishers such as boats, nets, and baits. (Pico et al., 2007). In addition, birds being potential vectors, can carry Rv on their feathers, bill and feet from one geographical location to others (Whittington et al., 1996).

*P. caralitanus*, the endemic Beyşehir frog, has been recently described species (Arikan, 1988) in the Lake District of southwestern Anatolia. Historically, it has been a common inhabitant of lakes and ponds at elevations of 950 - 1200 m (Arikan, 1988; Budak et al., 2000; Jdeidi et al., 2001), ranging from the Konya plain to Denizli. Habitat loss as well as over-harvesting by commercial collectors principally for the Western European frog-leg market poses potential ongoing threats to the survival of this species. While it remains locally abundant at some sites, overall the Beyşehir frog population is in rapid decline and is now considered an endangered species [(IUCN International Union for Conservation of Nature)-(the IUCN Red List of threatened Species - 2010)].

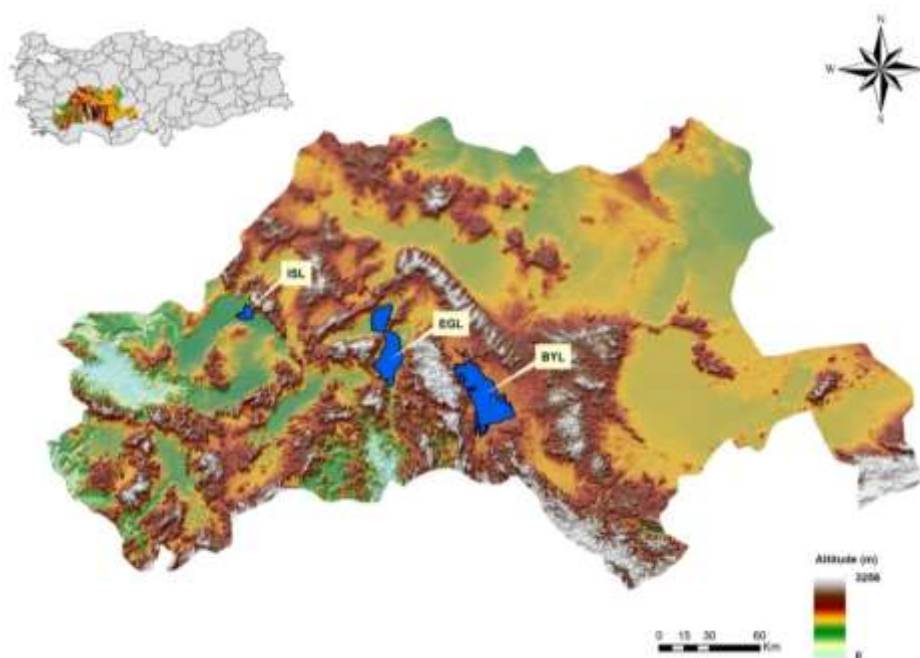
Recently studies have shown that Chytridiomycosis is one of the threatening factor for amphibian in Turkey (Gocmen et al., 2013; Erismis et al., 2014), although there are a few studies about chytridiomycosis, there is not any report on Rv infection. To our knowledge, there has not been any published data dealing with the co-occurrence of these two pathogens in amphibian populations in Turkey. The aim of this study was then to estimate the prevalances of Bd and Rv in *P. caralitanus* in Lakes between May-2014 and July-2015.

## MATERIALS and METHODS

### Field Sampling

A total of 214 individuals (114 in 2014 and 100 in 2015) of Endemic Beyşehir frogs (*P. caralitanus*) were randomly collected from Işıklı Lake, Beyşehir Lake and Eğirdir Lake where located in Lake District, Turkey (Figure 1).

We used standardized sampling protocol for *Bd* detection (Hyatt et al., 2007; Marantelli et al., 2004; Kriger and Hero, 2007). Animals were swabbed 30 times along keratinized surfaces with sterile swabs (Medical Wire Company MW113) and swabs were stored in 95 % ethanol. Each animal was placed into an individual sterile bag containing 1 cm deep fresh-water for a while. Then, we collected skin rashes into a container. The sample of skin rashes were then placed in 2.0 ml sterile centrifuge tubes containing 95 % ethanol (Souza et al., 2012). At the end of sampling, animals were released to their own habitats. Collected samples were stored at -80 °C until analysis.



**Figure 1.** Location of the four study sites in the Lakes District of southwestern Anatolia, Turkey. Locality abbreviations: BYL, Beyşehir Lake; EGL, Eğirdir Lake, and ISL, Işıklı Lake

### Sample Analysis

For *Bd* DNA isolation, 30-40 mg of 0.5 mm diameter zirconium / silica beads were placed in the tubes. After adding an aliquot's of 50  $\mu$ l PrepMan Ultra (Applied Biosystems # 4318930), the swaps were added into the tubes. The samples in the tubes were then homogenized at 4000 rpm for 45-60 sec with a BeadBug (Benchmark) device that allows for the disintegration of existing zoospores. After incubation for a short time period in the ice cube followed by centrifugation at 13,000  $\times$  g for 30 sec, the homogenization and centrifugation were repeated. The covers of the tubes were pierced using sterile needles of No. 22 or 23 gauge, and the tubes were kept in boiling water-bath for 10 minutes. The samples taken from the water bath were allowed to cool down at room temperature for 2 minutes, followed by 3 minutes at the highest speed ( $\sim$  13,000  $\times$  g) centrifugation at +4  $^{\circ}$ C. Supernatant was diluted 10 fold ( $\sim$  5 ng/ $\mu$ l) to use in qPCR procedures. The amount of DNA was measured by using fluorometric Qbit 2.0 device (Invitrogen tech.) and DNA samples were stored at -20  $^{\circ}$ C until analysis (Kriger et al., 2006).

For *Rv*, the skin piece is fixed in an microcentrifuge tube containing 95% ethanol. Fifty mg skin was transferred into 400  $\mu$ l lysis buffer (NaCl 0,1 M, sucrose 0.5 M, Tris 0.1 M, EDTA 50 mM, SDS 0.5%) and homogenized with a homogenizer. The resulting homogenate was incubated for 30 minutes at 65  $^{\circ}$ C. Then 57  $\mu$ l of 8M potassium acetate was added on homogenate and incubated for 30 min in an ice bath. After incubation, the samples were centrifuged at 10,000 g for 15 min and the supernatant was transferred into a new microtube. One ml of ice-cold ethanol was added on samples. The DNA was then precipitated by centrifugation at 10,000 g for 15 min and stored at +4  $^{\circ}$ C and then at -20  $^{\circ}$ C by dissolving in 50  $\mu$ l of TNE (Tris 6mM, NaCl 6mM, EDTA 0.2mM) buffer (Galli et al. 2006).

We used qPCR protocols previously described by Boyle et al., 2004; Kriger et al., 2006; Galli et al., 2006; Hyatt et al., 2007. For *Bd*, we used 20  $\mu$ l reaction buffer with 5  $\mu$ l template DNA and 25  $\mu$ l reaction buffer with 5  $\mu$ l of DNA template. *Bd* qPCR reaction buffer included 10  $\mu$ l 2x Precision<sup>TM</sup> MasterMix (Genesig Advanced Kit, United Kingdom,), 1  $\mu$ l of 10 picomole primer/probe mix (Genesig Advanced Kit, United Kingdom) and 4  $\mu$ l nuclease-free water. Plates were runned at 1 cycle 95  $^{\circ}$ C ( 10 m.) and 50 cycles 95  $^{\circ}$ C (10 s), 60  $^{\circ}$ C (60 s).

We used *Rv*-specific MCP (Major Capsid Protein) and IE (Immediately Early) primer sets (Galli et al., 2006). We ran *Rv* reactions 10  $\mu$ l SYBR Green Master Mix (Applied Biosystems), 1  $\mu$ l 10 picomole forward primer and reverse primer and 8  $\mu$ l nuclease-free water. Samples for both pathogens were runned in triplicate on an Exicycler<sup>TM</sup> 96 (Bioneer) Real Time PCR machine. Each plate contained negative controls. *Bd* analysis plates contained standards as the internal positive

controls. The positive controls and the standard curves were constructed using 10-fold for the component of serial dilutions kit (Genesig Advanced Kit, United Kingdom). For Rv testing, PCR products were checked via electrophoresis on a 1.0 % agarose gel (Galli et al., 2006).

### Statistical Analysis

In Bd analysis, swabs were considered as positive when  $G_e > 0$  and negative when  $G_e = 0$ . In RV analysis, samples were determined to be positive with qPCR  $C_t < 35$ . The prevalence of infection for both pathogens and co-infection e with 95% confidence intervals was calculated by dividing infected samples by total specimens. The chi-square test was used to determine differences in the prevalence of pathogens and co-infection between years and lakes. All analyses were performed using SPSS Statistic (IBM, version 23) software at  $P < 0.05$ .

## RESULTS

We sampled 214 *P. caralitanus* over two years. 114 samples were collected during 2014 and 100 samples were collected during 2015. The overall prevalences of infection of *Bd*, *Rv*, and coinfection were 48.6 % (41.7-55.5; % 95 CI), 10.3 % (6.6-15.2; 95 % CI) and 7.0 % (4.0-11.3; % 95 CI), respectively. In EGL Lake, there is no positive result for *Rv* in 2014. In addition, in the same year, there was no co-infection in any lake (Table 1).

The prevalence of *Bd* infection was grater in 2015 than in 2014 all lakes and total prevalence was significantly increased from 34.2 % to 65.0 % ( $P < 0.001$ ). The prevalence of infection by *Bd* was the highest in ISL Lake in 2014 and 2015 years ( $P = 0.001$ ). On the other hand, EGL Lake showed the lowest prevalence in both of years. Intensity of *Bd* infection calculated using by standard curve (ranged from  $10^1$  to  $10^6$ ). In BYL lake, 40 % of individuals had *Bd* infection intensity above 1000 zoospore genomic equivalent ( $G_e$ ) in 2014 and the individuals in 2015 had not shown above 1000  $G_e$ . In EGL lake, the 12.5 % of samples had *Bd* intensity above 10.000  $G_e$  in 2014. In addition, the samples collected in 2015 had *Bd* intensity below 1000  $G_e$ . In the ISL Lake, the 20 % of individuals had infection intensity above 1000  $G_e$ .

We found significant differences in total prevalence of *Rv* infection among years ( $P < 0.001$ ), but we did not find among the lakes ( $P > 0.05$ ). Prevalence of *Rv* increased in all lakes from 2014 to 2015. Although no *Rv* infection was detected in EGL Lake in 2014 year, a significant increase was observed in 2015. Additionally BYL Lake has the highest infection ratio in both of 2014 and 2015 years (Table 1).

In 2014 year, both *Bd* and *Rv* infections could not be found, but in 2015, coinfection was found in all places by 15.0 % coinfection prevalence ( $P < 0.001$ ). ISL Lake, which has the highest values in the prevalence of *Bd* infection in 2014 and 2015, has the highest value in the prevalence of coinfection (Table 1).

**Table 1.** Prevalence with 95% confidence interval of *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*), Ranavirus (*Rv*), and coinfection by year and in endemic Beyşehir Frog (*Pelophylax caralitanus*) of Turkey. BYL: Beyşehir Lake, EGL: Eğirdir Lake, ISL: Işıklı Lake

	Lake	°C	H %	+Bd	Bd prevalence (CI)	+Rv	Rv prevalence (CI)	Co-infected	Co-infection prevalence (CI)	Total (N)
May 2014	BYL	21	38	10	37.0 % (19.4 - 57.6 %)	2	7.4 % (0.9 - 24.3 %)	0	-	27
	EGL	21	42	16	30.2 % (18.3 - 44.3 %)	0	0	0	-	53
	ISL	23	44	13	38.2 % (22.2 - 56.4 %)	2	5.9 % (0.7 - 19.7 %)	0	-	34
July 2015	BYL	34	44	26	74.3 % (56.7 - 87.5 %)	7	20 % (8.4 - 36.9 %)	4	11.4 % (3.2 - 26.7 %)	35
	EGL	38	52	9	34.6 % (17.2 - 55.7 %)	4	15.4 % (4.4 - 34.9 %)	4	15.4 % (4.4 - 34.9 %)	26
	ISL	35	46	30	76.9 % (60.7 - 88.9 %)	7	17.9 % (7.5 - 33.5 %)	7	17.9 % (7.5 - 33.5 %)	39
	Total			104	48.6 % (41.7 - 55.5 %)	22	10.3 % (6.6 - 15.2 %)	15	7.0 % (4.0 - 11.3 %)	214

## DISCUSSION

Bd infection and co-infection prevalence were the highest in ISL lakes. The density of the animals studied in fieldwork was also the highest in ISL lakes too. We think that the high density of population accelerates the spread of infections. However, this hypothesis needs to be further supported through future works on the endemic *P. caralitanus* species in the lakes area. Despite the abundance of frog population in the EGL Lake, the rate of infection does not change significantly over the years. This might be due to the high flowing rate in the sampling regions of lakes since the high rate of water flow prevents zoospores infection to other animals and therefore, prevents spreading the co-infection of multiple pathogens within amphibian hosts. It has been reported that the co-occurrence of Bd and Rv within sites (though not within hosts) (Fox et al., 2006; Hoverman et al., 2012; Souza et al., 2012). Furthermore, Miller et al. (2008) documented the concurrent infections of Bd and Rv in captive amphibians. For example, Miller et al. (2011) summarized the information on Rv infection in amphibians and demonstrated infections in 9 of 70 species of amphibians from 14 families. In a previous study in this area, the only prevalence of *Bd* in BYL, EGL and ISL lakes were 32.1 %, 14.0 % and 20.5 %, respectively (Erismis et al., 2014) and to our knowledge, there was not any studies aimed to document the co-infections by Bd and Rv in Turkish amphibians. In this study, the presence of Rv and co-infection in the frog was initially studied along with the detection of increase in *Bd* infections. Furthermore, our current study presents the first data about the known Rv infection and co-infection with Bd and Rv in the wild populations of endemic Beyşehir frogs. The prevalence of Rv infection has increased at least twice as much in each lake in 2015 in comparison to 2014. Especially in EGL Lake, although the infection was not encountered in 2014, 15.4% was detected in 2015. The prevalence of Rv infection in BYL and ISL lakes was found to be increased significantly in 2015 year in comparison to 2014 year, and a higher prevalence was detected in the BYL in the same year analysis. While no co-infection was found in the samples in 2014, 15 animals were found to be infected with both *Bd* and Rv in the 2015 samples. The prevalence of coinfection in ISL Lake was found to be higher than in the BYL and EGL lakes. And also, the prevalence of *Bd* infection in ISL lake was higher than other lakes. Failure to identify Rv in 2014 can depend on the sampling season and area. Our findings suggest that the intensity of populations and a stationary smaller water environment reveal that the spread of infections occur more easily and rapidly. Moreover, the ISL Lake has a lower altitude than other lakes and the milder climatic conditions provide a more favorable environment for the development of pathogens. The temperature and humidity recording in the three showed that the prevalence and the severity of disease outbreaks were greater during the warmer months (Table 1). Our finding support the previous studies about the relationships with climate change and the epidemiological effects of both pathogens on amphibians (Fox et al., 2006; Miller et al., 2007; Rothermel et al., 2008; Schock et al., 2010; Reshetnikov et al., 2014; Warne et al., 2016; Frances et al., 2016).

Rv and co-infection prevalence is present in each three lakes at very low prevalence rates. Despite the high prevalence of *Bd* sampled in all three lakes, there was not one die off event observed during our sampling. There is the possibility that mortality events can be occurred in active period of the animal after the sampling events at May - 2014 and at June 2015. Given that mortality rates closely track infection rates (Brunner et al., 2007; Cunningham et al., 2007; Hoverman et al., 2011), additional mortality events likely can be occurred before/after our study but were undetected. Another study starting in 2010 was stressed that a steep enigmatic decline was observed in an endangered but stable population of fire salamanders (*Salamandra salamandra*) in the south of the Netherlands. In 2015, only 4% of the population remained. None of the mortalities could be attributed to *Bd* or any other known viral or bacterial amphibian pathogen (Spitzen-van der Sluijs et al. 2013). This is the first study of determined in Rv infection and co-infection in Turkey.

Our finding in three lakes with *Bd*, Rv and co-infection prevalence levels suggests that die offs may have been imminent but missed due to a single visit in that season, therefore our results underscore the need for intensive monitoring over time to assess the impacts of co-infection on amphibian populations. Because the increased prevalence of pathogens over the years suggests that similar studies and monitoring of population in the region should continue to be studied through earlier season sampling and later season sampling in the year. Field trials and controlled condition studies will help to reveal the role of epidemic diseases that threaten endemic Beyşehir frog population

and remaining other Turkish amphibian species. Investigation of other pathogens as well as Bd and Rv will be of a great importance for the protection of the aquatic ecosystem in the region.

**Acknowledgments:** The research was supported in part by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK), project number 113Z139).

## REFERENCES

- Alford, R.A., & Richards, S.J. (1999). Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30, 133-165.
- Arıkan, H. (1988). On a new form *Rana ridibunda* from Turkey. *İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Mecmuası*, 53, 81-87.
- Beebee T.J., & Griffiths, R.A. (2005). The amphibian decline crisis: a watershed for conservation biology. *Biological Conservation*, 125, 271-285.
- Berger, L., Speare, R., Daszak, P., Green, D.E., Cunningham, A.A., Goggin, C.L., Slocombe, R., Ragan, M.A., Hyatt, A.D., McDonald, K.R., Hines, H.B., Lips, K.R., Marantelli, G., & Parkes, H. (1998). Chytridiomycosis causes amphibian mortality associated with population declines in the rainforests of Australia and Central America. *Proceedings Natural Academy Science USA*, 95, 9031-9036.
- Blaustein, A.R., & Wake, D.B. (1995). The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American*, 272, 52-57.
- Budak, A., Tok, C.V., & Ayaz, D. (2000). On specimens of *Rana ridibunda* Pallas, 1771 Anura: Ranidae collected from Işıklı Lake Çivril-Denizli. *Turkish Journal of Zoology* 24, 135-137.
- Brunner, J.L., Schock, D.M., & Collins, J.P. (2007). Transmission dynamics of the amphibian ranavirus *Ambystoma tigrinum* virus. *Diseases of Aquatic Organisms*, 77, 87-95
- Chinchar, V.G. (2002). Ranaviruses family iridoviridae: emerging cold-blooded killers. *Archives of Virology*, 147, 447-470.
- Chinchar, V.G., Hyatt, A., Miyazaki, T., & Williams, T. (2009), Family iridoviridae: poor viral relations no longer. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 328, 123-170.
- Cullen, B.R., & Owens, L. (2002). Experimental challenge and clinical cases of bohle iridovirus BIV in native Australian anurans. *Diseases of Aquatic Organisms*, 49, 83-92.
- Cunningham, A.A., Hyatt, A.D., Russell, P., & Bennett, P.M. (2007). Experimental transmission of a ranavirus disease of common toads (*Bufo bufo*) to common frogs (*Rana temporaria*). *Epidemiology and Infection*, 135, 1213-1216
- Daszak, P., Berger, L., Cunningham, A.A., Hyatt, A.D., Green, G.E., & Speare, R. (1999). Emerging infectious diseases and amphibian population decline. *Emerging Infectious Diseases*, 5: 735-748.
- Daszak P, Cunningham A. A., & Hyatt A.D. (2003). Infectious disease and amphibian population declines. *Diversity and Distributions*, 9, 141-150.
- Erimis, U.C., Konuk, M., Yoldas, T., Agyar, P., Yumuk, D., & Korcan. S.E. (2014). Survey of Turkey's endemic amphibians for chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Diseases of Aquatic Organisms* 111 (2), 153-157.
- Fijan, N., Matasin, Z., Petrinc, Z., Valpotic, I., & Zwillenberg, L.O. (1991). Isolation of an iridovirus-like agent from green frog *Rana esculenta*. *Veterinarski Arhiv*, 61, 151-158.
- Fox, S.F, Greer, A.L., Torres-Cervantes, R., & Collins, J.P. (2006). First case of ranavirus associated morbidity and mortality in natural populations of the south american frog *Atelognathus patagonicus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 72, 87-92.
- Frances, C.C., Halder, J.B., Daniel, O., Bielby, J., Semenov, M., A., Jombart, T., Loyau-Schmeller, D.S., Cunningham, A.A., Rowcliffe, M., Gardner, T.W.J., Bosch, J., & Fisher, M.C. (2106). Climate forcing of an emerging pathogenic fungus across a montane multi-host community. *Philosophical transactions of the Royal Society Biological sciences*, 371, 1-8.
- Galli, L., Pereira, A., Marquez, A., & Mazzoni, R. (2006). Ranavirus detection by PCR in cultured tadpoles *Rana catesbeiana* Shaw 1802 from South America. *Aquaculture*, 257, 78-82.
- Gardner, T.W.J., Walker S., Bosch J., Hyatt. A.D., Cunningham, A. A., & Fisher, M.C. (2005). Chytrid fungus in Europe. *Emerging Infectious Diseases*, 11, 1639-1641.
- Göçmen, B., Veith, M., Iğci, N., Akman, B., Godmann, O., & Wagner, N. (2013). No detection of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in terrestrial Turkish salamanders (*Lyciasalamandra*) despite its occurrence in syntopic frogs (*Pelophylax bedriagae*). *Salamandra*, 491, 51-55.
- Hoverman, J., Mihaljevic, J., Richgels, K., Kerby, J., & Johnson, P. (2012). Widespread co-occurrence of virulent pathogens within California amphibian communities. *EcoHealth* 9, 288-292.
- Hoverman, J.T., Gray, M.J., Haislip, N.A., & Miller, D.L. (2011). Phylogeny, life history, and ecology contribute to differences in amphibian susceptibility to ranaviruses. *EcoHealth* 8, 301-319.

- Hyatt, A.D., Boyle, D.G., Olsen, V., Boyle, D.B., Berger, L., Obendorf, D., Dalton, A., Kriger, K., Hero, M., Hines, H., Phillott, R., Campbell, R., Marantelli, G., Gleason, F., & Colling, A. (2007). Diagnostic assays and sampling protocols for the detection of *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Diseases Of Aquatic Organisms*, 73, 175-192.
- Hyatt, A.D., Williamson, M., Coupar, B.E., Middleton, D., Hengstberger, S.G., Gould, A.R., Selleck, P., Wise, T.G., Kattenbelt, J., Cunningham, A. A., & Lee, J. (2002). First identification of a ranavirus from green pythons *Chondropython viridis*. *Journal of Wildlife Disease*, 38, 239-252.
- Jdeidi, T., Bilgin, C.C., & Kence, M. (2001). New localities extend the range of *Rana bedriagae caralitana* Arikan, 1988 Anura: Ranidae further west and suggest specific status. *Turkish Journal of Zoology*, 25, 153-158.
- Kilpatrick, A.M., Briggs, C.J., & Daszak, P. (2010). The ecology and impact of chytridiomycosis: An emerging disease of amphibians. *Trends in Ecology and Evolution*, 25, 109-118.
- Kruger K.M., Hero, J.M., & Ashton, K.J. (2006). Cost efficiency in the detection of chytridiomycosis using pcr assay. *Disease of Aquatic Organisms*, 71, 149-154.
- Kruger, K. M., & Hero, J. M. (2007). The chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* is nonrandomly distributed across amphibian breeding habitats. *Diversity and Distributions*, 13, 781-788.
- Laurance, W. F. (2008). Global warming and amphibian extinctions in eastern Australia. *Austral Ecology*, 33, 1-9.
- Lesbarreres, D., Balseiro, A., Brunner, J., Chinchar, V.G., Duffus, A., Kerby, J., Miller, D.L., Robert, J., Schock, D.M., Waltzek, T., & Gray, M.J. (2012). Ranavirus: past, present and future. *Biology Letters*, 8, 481-483.
- Marantelli, G., Berger, L., Speare, R., & Keegan, L. (2004). Changes in distribution of *Batrachochytrium dendrobatidis* and keratin during tadpole development leading to high mortality after metamorphosis. *Pacific Conservation Biology*, 10, 173-179.
- Miller D.L., Rajeev, S., Gray, M. J., & Baldwin, C.A. (2007). Frog virus 3 infection, cultured American bullfrogs. *Emerging Infectious Diseases*, 13, 342-343.
- Miller, D.L., Rajeev, S., Brookins, M., Cook, J., Whittington, L., & Baldwin, C. A. (2008). Concurrent infection with Ranavirus, *Batrachochytrium dendrobatidis*, and *Aeromonas* in a captive anuran colony. *Zoo and Wildlife Medicine*, 39, 445-449.
- Miller, D., Gray, M., & Storfer, A. (2011). Ecopathology of ranaviruses infecting amphibians. *Viruses*, 3, 2351-2373
- Picco, A. M., Brunner, J. L., & Collins, J. P. (2007). Susceptibility of the endangered California tiger salamander, *Ambystoma californiense*, to ranavirus infection. *The Journal of Wildlife Diseases*, 43, 286-290.
- Picco, A. M., & Collins, J. P. (2008). Amphibian commerce as a likely source of pathogen pollution. *Conservation Biology*, 22, 1582-1589.
- Rachowicz, L. J., & Vredenburg, V.T. (2004). Transmission of *Batrachochytrium dendrobatidis* within and between amphibian life stages. *Disease of Aquatic Organisms*, 61, 75-83.
- Reshetnikov, A. N., Chestnut, T., Brunner, J. L., Charles, K., Nebergall, E. E., & Olso, D. H. (2014). Detection of the emerging amphibian pathogens *Batrachochytrium dendrobatidis* and ranavirus in Russia. *Diseases of Aquatic Organisms*, 110, 235-240.
- Rothermel, B. B., Walls, S. C., Mitchell, J. C., Dodd, Jr. C. K., Irwin, L. K., Green, D. E., Vazquez, V. M., Petranka, J. W., & Stevenson, D.J. (2008). Widespread occurrence of the amphibian chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in the southeastern USA. *Diseases of Aquatic Organisms*, 82, 3-18.
- Schock, D. M., Ruthig, G. R., Collins, J. P., Kutz, S. J., Carriere, S., Gau, R. J., Veitch, A., Larter, N. C., Tate, D. P., Guthrie, G., Allaire, D. G., & Popko, R. (2010). Amphibian chytrid fungus and ranaviruses in the Northwest Territories, Canada. *Diseases of Aquatic Organisms* 92, 231-240
- Souza, M. J., Gray, M. J., Colclough, P., & Miller, D. L. (2012). Prevalence of infection by *Batrachochytrium dendrobatidis* and ranavirus in eastern hellbenders (*Cryptobranchus alleganiensis alleganiensis*) in eastern Tennessee. *The Journal of Wildlife Diseases*, 48, 560-566
- Speare, R., & Smith, J. R. (1992). An iridovirus-like agent isolated from the burrowing frog, *Lymnodynastes ornatus* in northern Australia. *Diseases of Aquatic Organisms*, 14, 51-57.
- Spitzen, A., Spikmans, F., Bosman, W., & Zeeuw, M. (2013). Rapid enigmatic decline drives the fire salamander (*Salamandra salamandra*) to the edge of extinction in the Netherlands. *Amphibia Reptilia* 34, 233-239.
- Voyles, J. S., Johnson, L. R., Briggs, C. J., Cashins, S. D., Alford, R. A., Berger, L., Skerratt, L. F., Speare, R., & Rosenblum, E. B. (2012). Temperature alters reproductive life history patterns in *Batrachochytrium dendrobatidis*, a lethal pathogen associated with the global loss of amphibians. *Ecology and Evolution* 2, 2241-2249.
- Warne, R. W., Bumbard, B., Grange, S., Vredenburg, V. T., & Catenazzi, A. (2016). Co-infection by chytrid fungus and ranaviruses in wild and harvested frogs in the tropical Andes. *PlosOne*, 11(1), 1-15.

Whittington, R.J., Becker, J.A. & Dennis, M.M. (2010). Iridovirus infections in finfish critical review with emphasis on ranaviruses. *Journal of Fish Disease*, 33, 95-122.

**Türkiye Su Kenesi (Acari, Hydrachnidia) Faunası İçin Yeni Kayıt; *Arrenurus (Micruracarus) biscissus*, Lebert 1869**Ferruh AŞÇI<sup>\*1</sup>, Yunus Ömer BOYACI<sup>2</sup>, Gamze Kübra ÇETİN<sup>1</sup>, Nazife ALPASLAN<sup>1</sup><sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, Türkiye\*Sorumlu Yazar: [f\\_asci@aku.edu.tr](mailto:f_asci@aku.edu.tr)**Araştırma Makalesi**

Geliş 21 Ocak 2019; Kabul 13 Şubat 2019; Basım 01 Haziran 2019.

**Alıntılama:** Aşçı, F., Boyacı, Y. Ö., Çetin, G. K., & Alpaslan, N. (2019). Türkiye su kenesi (Acari, Hydrachnidia) faunası için yeni kayıt; *Arrenurus (Micruracarus) biscissus*, Lebert 1869. *Acta Aqatica Turcica*, 15(2), 247-251. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.577652>**Özet**

Bu çalışmada, Türkiye su kenesi faunası için yeni kayıt olan *Arrenurus biscissus*'un dişi ve erkek bireyinin yapısal özellikleri, çeşitli vücut organlarının şekilleri, ölçümleri ve zoocoğrafik dağılımı verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Arrenurus biscissus*, yeni kayıt, Hydrachnidia, Acari, Türkiye

**A Newly Recorded Species for the Turkish Water Mite (Acari: Hydrachnidia) Fauna: *Arrenurus (Micruracarus) biscissus*, Lebert 1869****Abstract**

In this study, a new record for the fauna of water mites Turkey *Arrenurus biscissus* the female and male individuals of structural features, the shapes of various body organs, measurements and Zoogeographical distribution are given

**Keywords:** *Arrenurus biscissus*, new record, Hydrachnidia, Acari, Turkey

**GİRİŞ**

*Arrenurus* Dugès, 1834 türü, yeraltı suları, kaynak, dere, nehir, birikinti ve bataklıklarda yaşamakla birlikte, büyük bir çoğunluğu durgun suları ve gölleri tercih etmekte olup, Antarktika hariç dünyanın tüm bölgelerinde yayılış göstermektedir. Genellikle yosun, detritus ve mil içinde yaşamayı tercih eder ve serbest yüzerler. Larvaları çeşitli su böceklerinin erginlerinde parazitir. Erginleri serbest yaşar. Küçük kabuklularla beslenirler. Ayrıca biyolojik kontrol açısından önemlidirler (Cook, 1974). Bu türler mezotrofik göller için karakteristiktir, ancak zaman zaman ötrofik göllerde de bulunur (Biesiadka ve Kowalik, 1991).

*Arrenurus*'un 10 alt cinsine ait yaklaşık 1100 tür Dünya'dan, bunlardan 150'si ise Avrupa'dan bilinmektedir (Smit ve Van der Hammen, 2000). Türkiye'den ise 4 alt cinse ait;

35'i *Arrenurus* Dugès, 18349'u *Micruracarus* Viets, 19118'i *Truncaturus* Thor, 19015'i *Megaluracarus* Viets, 1911 olmak üzereÜlkemizden *Arrenurus*'a ait şimdiye kadar 57 tür kaydedilmiştir. Bu türler;*Arrenurus (s.str.) abbreviator* (Berlese, 1888)*Arrenurus (s.str.) affinis* (Koenike, 1887)*Arrenurus (s.str.) albator* (Müller, 1776)*Arrenurus (s.str.) afyoensis* (Erman & Özkan, 1997)*Arrenurus (s.str.) ayyildizi* (Erman, 1993)



- Arrenurus (s.str.) bicuspidator* (Berlese, 1885)  
*Arrenurus (s.str.) batilifer* (Koenike, 1896)  
*Arrenurus (s.str.) bruzelii* (Koenike, 1885)  
*Arrenurus (s.str.) claviger* (Koenike, 1885)  
*Arrenurus (s.str.) crenatus* (Koenike, 1896)  
*Arrenurus (s.str.) cuspidator* (Müller, 1776)  
*Arrenurus (s.str.) cuspidifer* (Piersig, 1894)  
*Arrenurus (s.str.) demirsoyi* (Erman, 1993)  
*Arrenurus (s.str.) distans* (Walter, 1927)  
*Arrenurus (s.str.) dileri* (Boyacı & Özkan, 2004)  
*Arrenurus (s.str.) oezkani* (Smit & Erman, 2003)  
*Arrenurus (s.str.) papillator* (Müller, 1776)  
*Arrenurus (s.str.) fimbriatus* (Koenike, 1885)  
*Arrenurus (s.str.) furcillatus* (Viets, 1930)  
*Arrenurus (s.str.) radiatus* (Piersig, 1894)  
*Arrenurus (s.str.) kurui* (Erman, 1993)  
*Arrenurus (s.str.) hasankalensis* (Erman & Özkan, 1997)  
*Arrenurus (s.str.) robustus* (Koenike, 1894)  
*Arrenurus (s.str.) rodrigensis* (Lundblad, 1954)  
*Arrenurus (s.str.) suecicus* (Lundblad, 1917)  
*Arrenurus (s.str.) neumani* (Piersig, 1895)  
*Arrenurus (s.str.) maculator* (Müller, 1776)  
*Arrenurus (s.str.) tricuspator* (Müller, 1776)  
*Arrenurus (s.str.) turgidus* (Koenike, 1911)  
*Arrenurus (s.str.) virens* (Neuman, 1880)  
*Arrenurus (s.str.) kermanensis* (Pešić, Smit & Asadi, 2011)  
*Arrenurus (s.str.) ovatipetiolatus* (Esen & Erman, 2013)  
*Arrenurus (s.str.) antalyensis* (Gülle, Boyacı & Gülle, 2011)  
*Arrenurus (s.str.) bifidicodulus* (Piersig, 1897)  
*Arrenurus (s.str.) berlinensis* (Protz, 1896)  
*Arrenurus (Megaluracarus) globator* (Müller, 1776)  
*Arrenurus (Megaluracarus) anatolicus* (Smit & Erman, 2003)  
*Arrenurus (Megaluracarus) conicus* (Piersig, 1894)  
*Arrenurus (Megaluracarus) latigenitalis* (Lundblad, 1956)  
*Arrenurus (Megaluracarus) cylindratus* (Piersig, 1896)  
*Arrenurus (Micruracarus) bipapillosus* (Halbert, 1911)  
*Arrenurus (Micruracarus) forpicatus* (Neuman, 1880)  
*Arrenurus (Micruracarus) novus* (George, 1884)  
*Arrenurus (Micruracarus) octagonus* (Halbert, 1906)  
*Arrenurus (Micruracarus) cyprioticus* (Smit & Pešić, 2006)  
*Arrenurus (Micruracarus) walkanoffi* (Viets, 1926)  
*Arrenurus (Micruracarus) salmani* (Erman & Özkan, 1990)  
*Arrenurus (Micruracarus) bisulcicodulus* (Piersig, 1892)  
*Arrenurus (Micruracarus) sinuator* (Müller, 1776)  
*Arrenurus (Truncaturus) corsicus* (E. Angelier, 1951)  
*Arrenurus (Truncaturus) fontinalis* (Viets, 1920)  
*Arrenurus (Truncaturus) stecki* (Koenike, 1894)  
*Arrenurus (Truncaturus) truncatellus* (Müller, 1776)  
*Arrenurus (Truncaturus) nodosus* (Koenike, 1896)  
*Arrenurus (Truncaturus) nagysalloensis* (Szalay, 1934)  
*Arrenurus (Truncaturus) integrator* (Müller, 1776)  
*Arrenurus (Truncaturus) isikliensis* (Boyacı & Özkan, 2004) (Erman vd., 2010; Gülle vd., 2011; Esen vd., 2013; Esen ve Erman, 2013; Aşçı vd., 2014; Aşçı vd., 2014; Gülle vd., 2014; Gülle vd., 2017).

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma bölgesindeki küçük derelerden alınan örnekler, tülden yapılmış akvaryum kepçeleri kullanılarak yakalanmıştır. Ayrıca bu ortamlardan alınan yosun, diğer su bitkileri ve zemin çamuru laboratuvara getirilerek tazyikli musluk suyunda elek serilerinden geçirilmiş, içerisinde bir miktar su bulunan beyaz zeminli küvetlere aktarılmıştır. Daha sonra su kenesi örnekleri küvetlerden damlalık yardımıyla ayıklanmıştır. Elde edilen örnekler Koenike sıvısı (5 kısım gliserin, 2 kısım sirke asidi, 3 kısım saf su) içine konulmuştur. Su keneleri literatürde açıklanan yöntemlere göre toplanmış, korunmuş ve hazırlanmıştır (Viets, 1936; Cook, 1974; Gerecke, 2003). Tüm numuneler trinoküler bir mikroskop (Olympus CX41) altında çizim eki ile incelendi. Tüm ölçümler  $\mu\text{m}$  cinsinden verilmiştir.

## BULGULAR

**Familya: ARRENURIDAE Thor, 1900**

***Arrenurus biscissus* (Lebert, 1879)**

### ERKEK

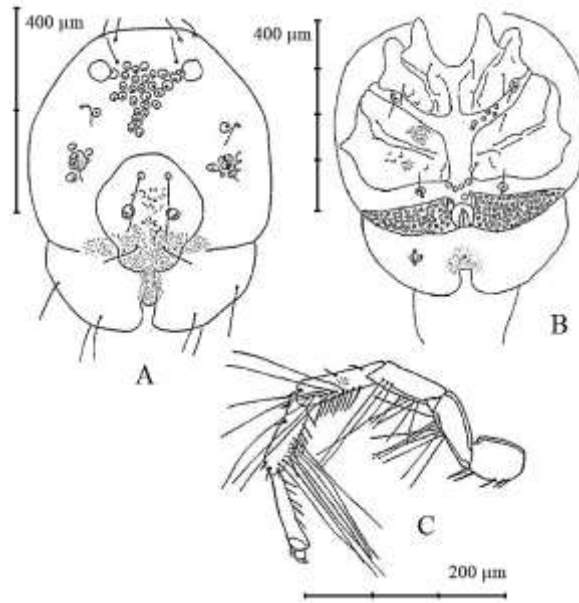
Vücut önde daralmıştır. Sırt oluğunun sınırladığı plağın hemen arka kısmının altında petiol vardır. Plağa alttan bağlantılı, ucu sivri ve düzdür.

Kuyruğun köşeleri yuvarlak, kuyruk genişliği vücut genişliğinden daha küçüktür. Preantenniformae uzaklığı  $187 \mu\text{m}$ , gözler arası mesafe  $166 \mu\text{m}$ 'dir. Olukla sınırlanan alanın çapı  $232 \mu\text{m}$ , oluğun öne uzaklığı  $330 \mu\text{m}$ 'dir. Kapitulum koni biçiminde ve küçük, boyu  $120 \mu\text{m}$ 'dir. P2'nin iç tarafının büyük bir kısmını kaplayacak şekilde zayıf ve kısa kıl vardır.

Keliser kaba yapılı, kısa tırnaklı,  $132 \mu\text{m}$  boyundadır. Palp parçalarının üst uzunluğu; 28-63-40-65-34= $262 \mu\text{m}$ , alt uzunluğu; 15-35-20-47-29= $147 \mu\text{m}$ , yüksekliği; 29-54-48-43-13  $\mu\text{m}$ 'dir. Epimerler arasında iki sıra kitin çukurluk vardır. Boyları sırasıyla; 230-214-234-254  $\mu\text{m}$ 'dir. Bacaklar yüzme kılıdır. IV. B/4'ün uç kısmında çıkıntı yoktur.

Eşeyssel plaklar birbirinden ayrı, eşeyssel açıklığın üzerini aşacak şekilde gelişmiştir. Boyları 66/53  $\mu\text{m}$ 'dir.

Şekil 1'de *Arrenurus biscissus*'un erkek bireyine ait vücut ve bacak yapısı verilmiştir.



**Şekil 1.** *Arrenurus biscissus*: Erkek; A) Vücut üstten. B) Vücut alttan. C) IV. Bacak.

## DİŞİ

Vücut 920/758 µm boyunda, önde dar arkada köşeli ve bu köşeler arasında kalan kısmı yuvarlaktır. Sırt oluğu, postokülerya, 2. ve 3. merkezi salgı bezlerinin etrafını çevrelemiştir. Preantenniformae uzaklığı 218 µm, gözler arası mesafe 230 µm'dir. Olukla sınırlanan alanın çapı 510 µm, oluğun öne uzaklığı 254 µm'dir.

Kapitulum boyu 132 µm, keliser 134 µm, tırnak 38 µm'dir. P2 'nin kıl demeti parçayı tamamen kaplayacak şekilde gelişmiştir (Şekil 4).

Palp parçalarının üst uzunluğu; 30-67-43-70-35=246 µm, alt uzunluğu; 15-37-22-49-30=155 µm, yüksekliği; 31-60-53-48-13 µm'dir. Epimer boyları 248-224-266-302 µm'dir.

Eşeyssel plak alt kenarda düz, üstte, eşeyssel açıklık seviyesinden hafif aşağıda yer alır. Boyu 162/160 µm'dir.

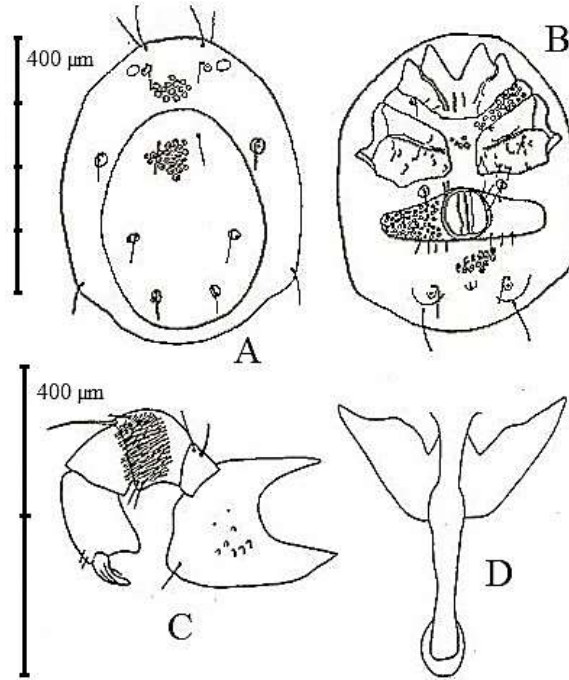
Şekil 2'de *Arrenurus biscissus*'un dişi bireyine ait vücut, gnatozoma ve petiyol yapısı verilmiştir.

### İncelenen Örnekler ve Yaşama Alanları

04.08.1991, 2 ♂♂, 4 ♀♀, Sulama kanalları, Seydişehir, Konya.

### Yayılışı

Avrupa'da yaygındır (Viets, 1956). Türkiye faunası için yeni kayıttır.



Şekil 2. *Arrenurus biscissus*: Dişi; A) Vücut sırttan. B) Vücut alttan. C) Gnatozoma. D) Petiyol.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Uzun süredir sadece Avrupa'dan (Viets, 1956) bilinmekte olan *Arrenurus (Micruracarus) biscissus* türü, Kuzey Avrupa'da daha az görülmüştür ve bu türler ötrofik göllerde yayılış göstermektedir (Böttger ve Mierwald, 1990). Türkiye'den yakalanmış olması daha geniş bir coğrafik alanda yayılışa sahip olduğunu göstermektedir. Erkeklerin kuyruk bölgesinde alttan ve üstten görülebilen bir yarığa sahip olduğundan kolayca tanımlanmaktadır. Dişileri ise P2 'nin iç tarafındaki kıl demetinin bu parçayı büyük bir oranda kaplaması ile yakın türün dişisinden ayrılmaktadır (Viets, 1936; Sokolov, 1940).

Ülkemizden şimdiye kadar kaydedilen *Arrenurus* türlerinin sayısı 57 olup, bu çalışmada verilen *Arrenurus (Micruracarus) biscissus* ile bu sayı 58'e ulaşmıştır.

**KAYNAKLAR**

- Aşçı, F., Akın, A., & Boyacı, Y. Ö. 2014. The first record for water mite *Arrenurus berolinensis* from Turkey, (Acari: Hydrachnidia). *Journal of Fisheries Sciences*, 8(2), 92-94.
- Aşçı, F., Akın, A., & Boyacı, Y. Ö. 2014. Türkiye'den su keneleri (Acari: Hydrachnidia) için yeni kayıt; *Arrenurus bifidicodulus*. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(2), 123-125.
- Biesiadka, E., & Kowalik, W. 1991. Water mites (Hydracarina) as indicators of trophy and pollution in lakes. *Modern Acarology*, 1, 475-481.
- Böttger, K., & Mierwald, U. 1990. Vergleichend faunistisch-ökologische Studien an den Wassermilben (Hydrachnellae, Acari) dreier norddeutscher Seen. *Faunistisch-Ökologische Mitteilungen*, 6(3/4), 107-126.
- C Cook DR, 1974. Water Mite Genera and Subgenera. Memorial American Entomology Institute, Michigan, 860.
- Erman, O., Pešić, V., Esen, Y., & Özkan, M. 2010. A Checklist of the water mites of Turkey (Acari: Hydrachnidia) with description of two new species. *Zootaxa*. 2624, 1-48.
- Esen, Y., & Erman, O. 2013. A new species of the genus *Arrenurus* Dugès, 1834 (Acari: Hydrachnidia: Arrenuridae) for the Turkish fauna: *Arrenurus (Truncaturus) corsicus* (E. Angelier, 1951). *Turkish Journal of Zoology*, 37(3), 372-375.
- Esen, Y., Erman, O., & Dilkaraoğlu, S. 2013. Contribution to the study of arrenuroid water mites (Acari: Hydrachnidia) from Turkey. *Zootaxa*, 3666, 73-83.
- Gerecke, R. 2003. Water mites of the genus *Attractides* Koch, 1837 (Acari: Parasitengona: Hygrobatidae) in the Western Palaearctic region: A revision. *Zoology Journal of the Linnean Society*, 138, 141-378.
- Gülle, P., Boyacı, Y. Ö., & Gülle, İ. 2011. A New Species of *Arrenurus* Dugès, 1834 (Acari: Hydrachnellae) from Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 35(4), 569-573.
- Gülle, P., Boyacı, Y. Ö., & Gülle, İ. 2014. Water mites of the subgenus *Micruracarus* Viets, 1911 (Acari: Arrenuridae) from Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, 66(3), 325-328.
- Gülle, P., Gülle, İ., & Boyacı, Y. Ö. 2017. Türkiye faunası için yeni bir su kenesi (Acari: Hydrachnidia) kaydı, *Arrenurus (Megaluracarus) cylindratus* Piersig, 1896. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 19-21.
- Smit, H., & Van der Hammen, H. 2000. Atlas van de nederlandse watermijten (acari: hydrachnidia). National Natuurhistorisch Museum Naturalis.
- Sokolow, I. I. 1940. Hydracarina-vodyanye kleshchi. Chast'I. Hydrachnellae. Fauna SSSR (novaya seriya No 20. Paukoobraznye, 5(2). Publisher: Nau-ka, Moscow-Leningrad, P. 1-511.(in Russian).
- Viets, K. 1936. Wassermilben oder Hydracarina (Hydrachnellae und Halacaridae), 1-574. Jena: Verlag von Gustav Fischer.
- Viets, K. 1956, Die Milben des Susswassers und Meeres (Hydrachnellae und Halacaridae), 1-870. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag.

## Balıklarda Feromonlar

Gülsemin ŞEN AĞILKAYA\*, Sahire KARAYTUĞ, İsa ŞEN

Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Mersin, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [gulseminsen@mersin.edu.tr](mailto:gulseminsen@mersin.edu.tr)

Derleme

Geliş 27 Temmuz 2018; Kabul 08 Ekim 2018; Basım 01 Haziran 2019.

**Alıntılama:** Şen Ağilkaya, G., Karaytuğ, S., & Şen, İ. (2019). Balıklarda feromonlar *Acta Aqatica Turcica*, 15(2), 252-261. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.576789>

### Özet

Feromonlar aynı türün bireyleri arasında iletişimde yer alan eksternal olarak salgılanan organik bileşiklerdir. Bireylerin grup oluşturmaları ve tanınmaları, alarm iletişimi, ebeveyn-yavru tanıma, cinsel cazibe, üreme başarısı ve göç gibi senkronize edilen pek çok yaşamsal faaliyetler, balıklarda feromonlar tarafından şekillendirilmektedir. Balıkların sahip oldukları feromonları; Alarm Feromonları, Göç Feromonları, Eşey Feromonları ve İletişim (Sosyal) Feromonları olarak ayırmak ve bunların nitelikleri hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür. Feromonlar hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olunması ile su ürünleri yetiştiriciliğinde kuluçkahane yönetimi uygulamalarında feromonlardan yararlanılabilmesi mümkün olacaktır. Gelecek dönemlerde spesifik feromonların kullanımı sayesinde su ürünleri yetiştiriciliğinde hormon ve ilaç kullanımından kaynaklanan zararlar azaltılabilecektir. Kimyasal belirteçler, kanibalizm inhibitörleri, büyüme stimülatörleri, seçici cezbediciler ve yemlere eklenen feromonlar kullanılarak nesli tükenmekte olan türlerin korunması ve sürdürülebilir üretim imkânı ortaya çıkacaktır. Ayrıca feromonların, su ürünleri yetiştiriciliğinde yeni türlerin üretimi için adaptasyon çalışmalarına da katkı getireceği ileri sürülebilir.

**Anahtar kelimeler:** Feromon, balık, sucul, entegre zararlı yönetimi.

### Pheromones in Fishes

#### Abstract

Pheromones are externally secreted organic compounds that are involved in the communication between the individuals of same species. Many life activities, such as group formation and recognition of individual, alarm communication, parent-child recognition, sexual attraction, as well as synchronized reproduction success and migration in fish are shaped by the pheromones. Pheromones of fishes can be classified as follows; Alarm Pheromones, Migration Pheromones, Sex Pheromones, Communication (Social) Pheromones. Having enough knowledge about pheromones, it will be possible to utilize pheromones in the implementation of incubation management in aquaculture. In the future, the use of specific pheromones will reduce the damage caused by hormone and drug use in aquaculture. Using chemical markers, cannibalism inhibitors, growth stimulators, selective attractants and pheromones added to feeds will provide protection and sustainable production possibilities for endangered species. It can also be argued that pheromones will also contribute to adaptation studies for the production of new species in aquaculture.

**Keywords:** Pheromones, fish, aquatic, integrated pest management

## GİRİŞ

Feromonlar aynı türün bireyleri arasında iletişimde yer alan eksternal olarak salgılanan organik bileşiklerdir. Latince taşımak, transfer etmekten (pherein) köken alan feromon; “hormon taşıyan” anlamına gelmektedir. Hormonların aksine bu maddeler kan dolaşımına salınmayıp, buldukları ortama salınmaktadır (Pandey, 2005). Protozoalar gibi tek hücreli canlılardan insanlar da dahil (Wysocki ve Preti, 2010) yüksek omurgalılara kadar pek çok organizmada feromonların varlığı kanıtlanmıştır (Johnston, 2003; Wyatt, 2003, 2009). Bazı sucul organizmalarda kendi türünün bireylerini uyarmayı sağlayan doğuştan, özelleşmiş koku moleküllerine sahip olma ve bunları yaşam alanlarına salıverme yeteneği bulunmaktadır (Chung-Davidson vd., 2010). Sucul organizmalar için son derece faydalı olan özelleşmiş koku moleküllerine sahip olma durumu ve bunları diğer karışımlar arasından tespit etme yeteneğinin (Burnard vd., 2008) kimyasal bir iletişim aracı olması, sucul canlıların evrimleşmelerinden çok daha öncelere dayanmaktadır (Bassler ve Winans, 2008).

Canlı organizmalar yiyecek bulma, predatörlerden kaçma ve üreme döngülerini senkronize etme gibi yaşamları için gerekli temel ihtiyaçları; çevresel ipuçlarını algılama ve koordine etme yetenekleri olarak tanımlanabilen kimyasal algılama yoluyla gerçekleştirmektedirler. Tatlı sular, çoğunlukla bulanık ortamlar olduğundan görme duyusu balıklarda kısıtlı olabilmektedir. Bu nedenle, su bitkileri, toprak ya da diğer hayvanlar tarafından salınan kimyasal karışımların çözündüğü ortamda koku epiteli aracılığıyla gerçekleşen koklama duyusu daha avantajlı bir duyuşsal yöntem haline gelmektedir (Teichmann, 1962; Sorensen, 1996).

Balıklarda göçte ve üreme başarısındaki senkronizasyonda bireyleri tanıma, grup oluşturma, alarm iletişimi, ebeveyn-yavru tanınırlığı ve eşeyssel cazibe gibi birçok yaşam faaliyeti feromonlar tarafından şekillenmektedir (Pandey, 2009). Balıklarda idrar, yumurtalık sıvısı, dışkı ve mukus aracılığıyla bir dakika içerisinde feromonlar ya da kimyasal iletiler, alıcının solungaçları ya da koku alma reseptörlerine ulaşabilmektedir (Scott vd., 1994; Vermeirssen ve Scott, 1996). Feromonlar, olfaktor (burun) epiteldeki (Sorensen vd., 1992) oldukça spesifik ve hassas reseptörler tarafından tespit edilir ve bu kimyasal bilgi balıkta çeşitli fizyolojik ve davranış değişikliklerine neden olabilir (Stacey ve Sorensen, 1986). Teichmann (1962), balıkların koku alma organlarının köpekler kadar gelişmiş olduğunu ve davranış değişimi ve yanıt için koku maddelerinin sadece 3-4 molekülünün yeterli olduğunu belirtmiştir. Görüş olanağı sınırlı ancak çözünmüş bileşikler bakımından zengin su ortamlarında yaşayan balıklar, oldukça gelişmiş kimyasal duyarlılık ve feromonal sinyal sistemleri geliştirmişlerdir (Sorensen, 1996).

Sucul organizmalar, düşük molekül ağırlıklarına (80-300 M.A.) sahip karasal organizmaların feromonlarına kıyasla çok daha yüksek molekül ağırlıklarında, uçucu ve suda çözünebilir organik bileşikler algılayabilirler (Sorensen, 1992; Lebedeva vd., 1994). Sucul organizmalar tarafından kullanılan feromon moleküllerinin suda çözünebilir olmasının yanı sıra difüzyon hızları, havanın difüzyon hızına oranla 10000 kat daha düşüktür. Sucul ortamdaki feromonların etkinliği, turbülansa ve su akışına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Chung-Davidson vd., 2011).

Sucul ortamda feromon çalışmalarında, su ortamındaki bileşikler saflaştırmak, yoğunlaştırmak ve tanımlamak için yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), kütle spektrometresi (MS) ve nükleer manyetik rezonans (NMR) gibi kromatografik ve spektrofotometrik metodları kullanılır ve fiziksel (elektro-olfaktogram, EOG) ya da davranış testleri ile feromon fonksiyonları açıklanmaktadır. Genel olarak, yapılarında amino asitler, steroidler, prostaglandinler ve safra asitleri olmak üzere dört grup farklı kimyasal olfaktor sistemdeki reseptörlere sahip olmaları ve balıklar tarafından dakikada  $10^{-7}$ - $10^{-10}$  mM düzeyinde algılanan kimyasallar olarak gruplandırılmışlardır (Hara, 1992).

Balıkların sahip oldukları feromonları; Alarm Feromonları, Göç Feromonları, Eşey Feromonları ve İletişim (Sosyal) Feromonları olarak ayırmak ve bunların nitelikleri hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür.

### Alarm Feromonları

Balıklarda alarm madde hücreleri (alarm substance cells, ASC), yakın ilişkili türlerin ya da aynı türün bireyleri arasında predatörün sebep olduğu fiziksel yaralanma sonrasında oluşturulan alarm feromonlarıdır. İlk kez Von Frisch (1941) tarafından laboratuvar çalışmaları sırasında Avrupa golyan balıklarının (*Phoxinus phoxinus*) yaralanması sonucunda sürünün diğer bireylerinde 30-60 sn içerisinde korku, geri çekilme, gizli bir yere sığınma gibi davranışlar gerçekleştirdiğinin gözlenmesi ile deriden salınan alarm maddelerinin (Sreckstoff) golyan balıkları arasında korku reaksiyonu meydana getirmiş olduğu saptanabilmiştir.

Çevrede bulunan aynı tür bireyler tarafından algılandığında alarm maddeleri, sığınak kullanımı, atak hareket etme, yaşam alanlarının korunması ve besin maddesi arayışları gibi anti-predatör davranışların yani alarm yanıtının oluşmasını sağlayabilmektedir. Ayrıca, kimyasal alarm işaretleri, yeni predatörlerin tanınmasını sağlayan gizli bir davranış yanıtı çeşitliliğini de ortaya çıkarmaktadır. Bu sayede canlı sahip olduğu morfolojik yapı ve evrimsel süreçler sonucunda elde ettiği kazanımlar ile predatöre karşı uyarı oluşturma davranışıyla; bölgedeki predasyon tehlikesine karşı türün devamlılığına katkı sağlanmaktadır (Stabell, 1992; Chivers ve Smith, 1998; Chivers ve Mirza, 2001).

Alarm feromonları türlere göre değişiklik göstermektedir. Araştırmalara konu olan türlerin çoğunda alarm maddelerinin sadece predasyon olayı sırasında meydana gelen deri hasarlarını takiben salınmakta olduğu bilinmektedir. Cyprinidlerde alarm maddesi olarak histamin salınırken (Reed vd., 1972), golyan balıklarında (*P. phoxinus*) suda çözünebilir proteinlerle konjüge olmuş pterin

bileşiğinin salgılandığı belirtilmektedir (Pfeiffer ve Lemke, 1973). Golyan balığı ile siyah tetra balığının (*Gymnocorymbus ternetzi*) alarm sinyal sistemlerindeki aktif bileşiği; hipoksantin-3-(N)-oksit olduğu da saptanmıştır (Pfeiffer, 1978, 1982; Pfeiffer vd., 1985). Kasumyan ve Lebedeva (1979) ise golyan balığında alarm maddesinin 1100 molekül ağırlığına sahip, pH 8-9'da alkaline özelliğine sahip olduğunu belirtmiştir.

Birçok balık türünde alarm feromonları derideki klüp hücreleri (kolbenzellen), alarm madde hücreleri (ASC) ya da saksiform (Sa) hücrelerinden salınmaktadır (Pandey, 2012). Nöral yollarda alarm feromonlarına yanıtların incelendiği havuz balıklarında (*Carassius carassius*), iki olfaktor kanal; olfaktor bulbustan beyin dokunun diğer kısımlarına bilgi iletebilmektedir. Biri orta hat boyunca (mediyal olfaktor traktus) diğeri de kenar boyunca (lateral olfaktor traktus) uzanmaktadır. Mediyal olfaktor traktus, lateral ve mediyal demetler olarak ayrılmaktadır. Mediyal olfaktor traktusun lateral demeti; beslenme davranışını azaltırken, mediyal demetinin derideki alarm cevabını elimine edebilmektedir (Hamdani vd., 2005). Balıklarda mediyal olfaktor traktusların merkezi demetleri, stres tepkisi oluşturan alarm feromonları aracılığıyla; plazma kortizol, glukoz, potasyum ve sodyum seviyelerinin yükselmesine ve beyin dokusunun merkezine sinir uyarımının meydana gelmesine neden olabilmektedir (Malyukina vd., 1982; Lebedeva vd., 1994).

### Göç Feromonları

Uzun mesafe göç eden balıklar bazı belirteçlerden yararlanırlar. Bunlar arasında üreme için spesifik bölgelerin bulunması da yer alabilir. Jeomanyetik, hidrodinamik ve kimyasal sinyaller balıklar tarafından navigasyon için kullanılabilir (Lohmann vd., 2008). Buckland (1880) her su akıntısının eşsiz bir koku demeti'ne sahip olduğunu ileri sürmüş, balıkların doğdukları akıntıyı tanımlarının ancak bu kokuyu izlemelerine bağlı olabileceğini bildirmiştir. Chidester (1924) ve White (1934), salmonidlerin doğdukları nehre dönmelerini sağlayan işaretlerin popülasyonun sahip olduğu spesifik feromonlar yoluyla gerçekleştiğini düşünmüşlerdir. Hasler ve Wisby (1951), tarafından şekillendirilen "olfaktor tanımlama" teorisine göre genç bireylerin ebeveynlerinin geçtiği akıntılardaki sucül vejetasyon, toprak ve diğer kimyasalların kokularını hafızaya aldıklarını ve bu bilgi yaşamları boyunca olfaktor hafızalarında kalabilmektedir (Hasler ve Cooper, 1976; Hasler, 1983).

Sonraki yıllarda birçok balık türünde yapılan kapsamlı çalışmalarla göç feromonları hipotezi doğrulanmıştır (Teeter, 1980; Sorensen, 1997). Örneğin olfaktor tanımlama yumurtlamak için kendi ortamlarından çok daha uzağa göç eden salmonlar için salmon göçünün oryantasyon mekanizmasının temelini oluşturmaktadır (Ueda ve Shoji 2002). Juvenil salmonlar, kalsiyum gibi küçük inorganik iyonları (Bodznick, 1978), feromonları ya da mikrobiyal artıklarla ilişkilendirilmiş büyük organik bileşikler içeren akıntılardaki biyotik ya da abiyotik koku maddelerinin izini sürerek yönlerini bulmaktadır (Hasler ve Scholz, 1983). *Salvelinus alpinus*, *S. trutta* ve *S. salar* türlerinde salmonların yaklaşık beş ila yedi yıl yaşadıkları denizden üreme için doğdukları nehre dönüşleri sırasında yönlerini bulmada, dünyaya geldikleri nehirde denize göçleri esnasında smolt adı verilen evrelerinde ürettikleri popülasyona spesifik feromonlara ait bir çeşit hafıza geliştirdikleri ileri sürülmektedir (Nordeng, 1977). Miles (1968), yılan balığının (*Anguilla rostrata*) aynı türün yetişkin bireylerinin bulunduğu sulara doğru yönelim gösterdiğini de saptamıştır.

Doving vd. (1980), arktik salmonlarda (*S. alpinus*) göç işaretleri olarak smoltların dışkılarında olfaktor demetin mediyal lobundan beyin dokuya bilgi iletimini sağlayan taurolitokolat, taurolitokolik sülfat, sülfotaurolitokolat ya da taurokenodeoksikolat gibi safra tuzu türevlerinin bulunduğunu bildirmiştir (Thommenssen, 1983). Amerikan göl alabalığının (*Salvelinus namaychush*) 38 temel safra asidinden 9'unun kimyasal uyarım rolüne sahip olduğu öğrenilmiştir (Zhang, 1997). Yuvarlak ağızlı balıklardan Petromizon marinus'da göç feromonları olarak petromizonol sülfat (PS), petromizonamin disülfat (PADS), petromizosterol disülfat (PSDS) ve 3-keto alkokolik asit bileşiklerinin etkinliği de tanımlanmıştır (Li ve Sorensen, 1997; Sorensen vd., 2003; Fine ve Sorensen, 2008; Vrieze vd., 2010).

### Eşey Feromonları

Balıklarda oldukça gelişmiş feromonal sistemlerin aynı türün bireyleri arasındaki gamet olgunlaşmasını ya da yumurtlamayı senkronize etmek gibi üreme senkronizasyonu destekleyen temel roller oynadıkları da saptanmıştır (Liley, 1980; Stacey ve Sorensen, 1991). Balıklar omurgalı hayvanlar arasında üreme stratejileri en mükemmel olan gruplardan biri olarak tanımlanmaktadır (Mank ve Avise, 2006).

## Dişi Eşey Feromonları

Dişiler balıklarda feromonların etkisiyle üreme davranışının şekillendiği ileri sürülmektedir. Örnek olarak, yumurtlamaya hazır dişiler tarafından suya salınan feromonlar, tatlısu türlerinden çiklitlerde (de Caprona, 1974) ve labirent organlı anabantidlerde (Rossi, 1969) yuva yapma ve üreme faaliyetiyle ilgili erkekler balıklarda izlenen davranışları da şekillendirebilmektedir (de Caprona, 1974). Carcharid köpek balıklarında da dişi eşey feromonlarının erkekler üzerinde benzer bir etki yarattığı anlaşılmıştır (Johnson ve Nelson, 1978).

Dişi eşey feromonlarının yapıları türsel farklılıklar göstermektedir. Bazı kemikli soğuk su balıklarında gonadal hormonal metabolitlerin (prostaglandinler ve c18, c19, c21 steroidleri) eşey feromonları gibi görev aldıkları bilinmektedir. Kemikli balıkların gonadlarının feromon düzenli konjüge steroidleri ürettikleri bilinmektedir (Scott vd., 1994). Theissen ve Sturdivant (1977), dişi siyah molilerde (*Mollienesia latipinna*) eşeysel cazibede tiroid hormonunun etkin olduğunu rapor etmişlerdir. Dişi japon balıkları (*Carassius auratus*), Atlantik salmon (*Salmo salar*), gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), pullu sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarında 15-30 dk içinde plazma gonadotropin (GtH) ve testesteron (T) seviyelerini artıran urindeki primer feromonları salar ve uzun süreli (6 saat) etkiden sonra aynı türün bireyleri arasındaki sperm hareketliliğine etki ettiği gibi sperm hacmini de arttırdığı belirtilmiştir (Zeng vd., 1997). Plazmada gonadotropin seviyelerini değiştirmeden ani yanıt (10-30 sn içindeki) üreten feromonların varlığı da saptanmıştır (Yambem vd., 1999). Matsumura (1995), balon balıklarında (*Fugu niphobles*) tetradoksinin eşeysel feromon olarak kullanıldığını belirtmiştir. Olgunlaşmış dişi masu salmonlarında idrarlarından salıverilen feromonların, normal koşullar altında eterde çözünebilen bir ya da daha fazla düşük molekül ağırlıklı (<10000 M.A.) bileşikler olduğu da saptanmıştır (Yambem vd., 1999).

## Erkek Eşey Feromonları

Üreme dönemi boyunca erkekler feromonları sayesinde, kendi türlerindeki dişilere çekici görünebilmektedirler. Tavolga (1956) *Bothyogobius soporator*'ta eşeysel davranışı ilk defa sistematik olarak çalışmıştır ve olgunlaşmış erkeklerin salgıladıkları kimyasal işaretlerle, dişileri ve erkekleri ayırt edebildiğini, ayrıca yumurta dökmeye hazır olan ve hazır olmayan dişiyi ayırt edebildiğini belirlemiştir. Yumurtalık sıvılarının da dişiler ortamda bulunmasa dahi erkeklerde kur yapma davranışına neden olduğunu izlediklerini bildirmiştir.

Erkek balıklarda feromonların varlığı üreme için seçilebilme avantajı olarak nitelendirilmektedir (Zielinski vd., 2003). Örnek olarak, dişileri etkilemek için erkeklerden salınan feromonların varlığı gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) (Newcombe ve Hartman, 1973), siyah kaya balığında (*Gobius joso*) (Colombo vd., 1980), kocabaş golyan balığında (*Pimephales promelas*) (Cole ve Smith, 1992), Arktik alabalığında (*S. alpinus*) (Sveinsson ve Hara, 1995) ve yuvarlak kaya balığından (*Neogobius elanostomus*) (Murphy vd., 2001) rapor edilmiştir. Erkeklerde dişilere kıyasla nöroendokrin sistem (hipotalamus-hipofiz-gonad) etkisi daha etkindir. Mosher (1954), erkek varlığının dişilerde yumurta üretimini uyardığı ve düzenli yumurtlama döngülerinin sürdürülmesinde etkili olduğunu bildirmiştir.

Erkek eşey feromonlarının yapısı da türlere göre farklılık göstermektedir. Kawabata vd. (1993), erkek *Rhodurus ocellatus ocellatus* türünün eşeysel davranışları uyarma işlevini amino asitler aracılığıyla gerçekleştirdiğini bulmuştur. Colombo vd. (1980) *Gobius joso* türü erkek eşey feromonun bir etiokolenolon glukuroniti olduğunu tanımlamıştır. Erkek ringa balıklarında (*Clupea harengus pallasii*) polar steroidler, prostaglandinler veya diğer konjugat formlarına benzer hidrofobik özellikler gösteren ve en az bir sülfat veya glukuronid grubu içeren ve dişide yumurtlama davranışını tetikleyen bir feromonun varlığı da saptanmıştır (Stacey ve Hourston, 1982).

## İletişim Feromonları

Su ortamında balıkların koku aracılığıyla birbirlerini tanımaları oldukça önemli bir konudur. *Clarias batrachus*'larda, gece boyunca grubun üyelerini bir arada tutma ve sürülerde sıklaşma davranışlarının feromonlar aracılığıyla olduğu belirtilmiştir (Chandrasekhar ve Khosa, 1973). Midas çiklit balıklarında (*Cichlasoma citrinellum*) ise yavruların onlara bakan ebeveynlerini feromonlar aracılığıyla olduğu tanımlarının mümkün olduğu bilinmektedir (McKaye ve Barlow, 1976).



Balıklarda bölgesel belirteç feromonları olarak genellikle mukus salgıları, ürofiz ve idrarın görev yaptığı rapor edilmiştir. Midas çiklit (*Amphilophus citrinellus*) yavruları, anne ve babaları arasındaki ayrımı, idrardaki koku maddeleriyle belirledikleri ve idrardaki steroid titrelerinin ve peptid zincirinin eşey ayrımını sağladığı bildirilmiştir (Barnett, 1982). Üreme dönemi boyunca, çoğu türün erkeklerinin yumurtlama alanına kimyasal belirteç olarak görev yapan mukus bıraktığı ve bunun da işgalcilere karşı bir uzaklaştırma mekanizması olarak etki gösterdiği düşünülmüştür (Smith ve Murphy, 1974). *Oreochromis mossambicus*'un dominant dişilerinde rakiplerde saldırganlığı düzenleyen idrar feromonlarının varlığını gösteren idrar miktarında artışın saldırgan davranışlar sırasında olduğu belirtilmiştir (Barata vd., 2007).

Salmonidlerin akraba tanıma yetenekleri üzerine yapılan bir çalışmada; *S. alpinus* ve *Oncorhynchus kisutch* türlerinde, kardeş olmayan aynı türün bireylerinin kokularına kıyasla kardeş bireylerin kokularından etkilendikleri ileri sürülmüştür (Brown vd., 1996). Balıklarda akraba tanımlamanın genetik temeli olduğu ancak bazen sosyal deneyimler tarafından akraba tanımlama yeteneğinin gölgelenebildiği de ileri sürülmüştür (Olsén, 1999).

Yayın balığında (*Ictalurus nebulosus*) dominant ilişkilerde tür içi belirleyici vücut kokuları ve yabancı kimyasallara karşı bölgesel saldırganlığın arttığı tespit edilmiştir. Türler arası beslenme metabolitlerinin olduğu kadar spesifik feromonda sosyal davranışlarda kimyasal uyumda oldukça önemlidir (Bryant ve Atema, 1987). Nil (*Oreochromis niloticus*) ve Mozambik tilapyalarında (*O. mossambicus*) da feromon temelli sosyal davranışlar gözlenmiştir. Hiyerarşi kurmak, kur ritüellerinde, ebeveyn bakımında (ağızda kuluçka gerçekleştirme) feromonlar kullanılmaktadır (Barata vd., 2008).

### Balık Populasyonlarının Yönetiminde Feromon Uygulamaları

Feromon kullanımının istilacı türlerin yayılımını kontrol altına almak, nesli tükenmekte olan türlerin korunması ve su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında yer alabileceği ileri sürülmektedir. Fransız balıkçıların hasatlarını artırmak için erkekleri yem olarak kullanarak dişi yuvarlak ağızlı bofa balıkları tuzaklara çektikleri uygulamalar söz konusu olmuştur (Fontaine, 1938).

Alabalıkların derisine tutunarak doku sıvısı ve kan emerek beslenen ve parazit balık olarak bilinen yuvarlak ağızlı bofa balıklarından kurtulmak için yapılan bir çalışmada, 4-nitro-3-(triflorometil) fenol (TFM) ve 2',5'-dikloro-4-nitrosalisilanilid geliştirilmiş ve metamorfoz evresindeki bofa larvalarını öldürme amaçlı kullanılabilmesi bildirilmiştir. Bununla birlikte, feromonlar, yumurtlama güçleri sırasında çeşitli noktalarda bofa balıklarının etkilenmesi ve yakalanması amacıyla da kullanılmıştır (Moore ve Schleen, 1980; Li vd., 2003). Diğer taraftan, Lampricidler için verimli olmasına rağmen bu uygulama gerek maaliyet açısından gerekse hedef olmayan türlere olası etkileri bakımından tartışılmakta ve alternatif uygulama arayışları sürdürülmektedir (Christie ve Goddard, 2003; Li vd., 2003; Wagner vd., 2006).

Karadeniz ve Hazar Denizi'nden 1990 yılında balast sularıyla Great Gölü (ABD)'ne yerleşen (Jude vd., 1992) ve kısa sürede Missisipi Nehri için istilacı tür haline gelen (Charlebois vd., 2001) *Neogobius melanostomus*'un kontrolü için de feromon uygulamaları yapılmıştır. Etiokolanolon (ETIO) ve ETIO-glukuronid içeren 18-, 19- ve 21- karbonlu steroidler ile dişilerin cezbedilmesi sağlanmıştır (Belanger vd., 2003).

Yumurtlama sezonları boyunca olgunlaşmış dişilerin bulunduğu kafeslerin etrafında salmonid erkeklerinin toplandığına dair de raporlar bulunmaktadır. Buna benzer olarak, Mississippi Nehri'ndeki balıkçıları da *Ictalurus punctatus*'ları kafeslerin içine dişileri yerleştirerek avlamaktadırlar (Timms ve Kleerekopper, 1972). Avrupa yılan balıkları (*Anguilla anguilla*) da aynı türün bireylerinin derilerinin bulunduğu tuzaklar ile avlanabilmektedirler (Saglio, 1982).

2009 yılında başlatılan Avustralya, Tazmania'daki Crescent ve Sorell göllerinde eşey feromonu kullanılarak yemlendirilmiş tuzaklara erkek sazaları çekerek zararlı yönetimi uygulaması yapılmaktadır (Taylor vd., 2012). 2017 verilerine dayanarak, Crescent gölündeki sazın populasyonu tamamen eritilmiş olup, Sorell gölünde ise populasyonun sadece %1'inin varlığı devam ettiğinden Sorell gölünde çalışmalar devam etmektedir (Inland Fisheries Service, 2017).

### Su Kirliliğinin Feromona Etkisi

Feromon moleküllerinin algılanması bazı durumlarda engellenebilmektedir. Bunlar, bu moleküllere bağlanan elementlerden, reseptörleri inhibe eden (Hubbard vd., 2002) humik asit gibi çözünmüş

bileşiklerden, olfaktor sistemin dejenerasyonundan veya koku sensör nöronlarının fonksiyonun bozulmasına neden olan ağır metallere kaynaklanabilmektedirler (Brown vd., 1982).

Çevre kirliliği su ortamına zarar vermektedir. Balıklar üzerinde çeşitli kirlenmelerin feromonal iletişim sistemlerine etkileri üzerine de çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bardach vd. (1965), sarı yayın balığında (*Ictalurus natalis*) deterjanların kimyasal duylara etkisine dair yaptığı çalışmada, 0,5 ppm konsantrasyonda (daha yüksek dozlar letal etkili) deterjan varlığının duyu organının kimyasal yapısında bozulmalara sebep olarak reseptör fonksiyonunda bozulmalar yarattığını bildirmişlerdir. Bloom vd. (1978), zebra balığında (*Brachydanio rerio*), subletal (0,5 ppm) çinko etkisinde, balıkların kur davranışlarını olumsuz yönde etkilendiğini bildirmiştir.

Akarsulardaki asidifikasyon etkisinde alarm feromonlarının etkilenmesi sebebiyle Salmonların tatlı suya yumurtlama göçünde aksamalar olduğu belirtilmiştir (Leduc vd., 2004). Olfaktor epitelde elektrofizyolojik ölçümler yapılarak ergin Atlantik salmonların (*Salmo salar*) erkeklerinde pH 4.5-5.5 arasında ovulasyondaki dişileri uyarmak için salınan testosteron ve üredeki iletişim kimyasallarının önemli derecede azaldığını, pH 3.5'ta ise tamamen yok olduğunu belirtmiştir (Moore, 1994).

Diazinon ve karbofuranın subletal konsantrasyonlarının etkisine maruz bırakılan Atlantik salmon balıklarında ovulasyona uğramış dişilerin oluşturduğu feromona cevap olarak erkeklerin sperm olgunlaşma yeteneklerinde düşme olduğu saptanmıştır (Waring ve Moore, 1997). Barnett (1981), kimyasal olarak kirli ortamın yavru bakımı başarısını olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir. Kadmiyumun düşük seviyelerinin ( $2\mu\text{g/L}$ ) *Oncorhynchus mykiss*'te etkisine bakıldığı çalışmada, olfaktor aparatındaki birikime bağlı olarak balıkların sosyal davranışlarının etkilendiği ve baskın bireylerin solungaç dokularında daha fazla kadmiyum birikimine rastlanıldığı belirtilmiştir (Sloman vd., 2003).

## SONUÇ

Feromonlar hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olunması ile su ürünleri yetiştiriciliğinde kuluçkahane yönetimi uygulamalarında feromondan yararlanılabilmesi gelecekte hormon ve ilaç uygulamalarının yarattığı stresin giderilmesine katkı getirebilecektir. Ayrıca entegre zararlı yönetiminde (EZY) de feromonları kullanıldığı çalışmaların yaygınlaşması mümkün olacaktır. Bu sayede kimyasal işaretler, kanibalizm inhibitörleri, büyüme stimülatörleri, seçici cezbediciler ve yemlere ilave olarak feromondan yararlanılan balıkçılık uygulamalarının nesli tükenmekte olan türlerin korunması ve su ürünleri yetiştiriciliğine yeni türlerin kazandırılması çalışmalarında birçok avantaj sağlayacağı öngörülmektedir. Özellikle ekonomik önem taşıyan balık türleri üzerine çalışmaların yoğunlaştırılması ve feromonal aktiviteleri konusunda bulgular elde edilmesi bu canlıların kültür çalışmalarında daha başarılı sonuçların alınmasını sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Barata, E. N., Hubbard, P. C., Almeida, O. G., Miranda, A., & Canário, A. V. (2007). Male urine signals social rank in the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *BMC Biology*, 5(1), 54.
- Barata, E. N., Fine, J. M., Hubbard, P. C., Almeida, O. G., Frade, P., Sorensen, P. W., & Canário, A. V. (2008). A sterol-like odorant in the urine of Mozambique tilapia males likely signals social dominance to females. *Journal of Chemical Ecology*, 34(4), 438-449.
- Bardach, J. E., Fujiya, M., & Holl, A. (1965). Detergents: effects on the chemical senses of the fish *Ictalurus natalis* (le Sueur). *Science*, 148(3677), 1605-1607.
- Barnett, C. (1981). The role of urine in parent-offspring communication in a cichlid fish. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 55(2), 173-182.
- Barnett, C. (1982). The chemosensory responses of young cichlid fish to parents and predators. *Animal Behaviour*, 30(1), 35-42.
- Bassler, B. L., & Winans, S. C. (2008). Chemical communication among bacteria (p. 279). S. C. Winans, & B. L. Bassler (Eds.). Washington, DC: ASM Press.
- Belanger, R. M., Smith, C. M., Corkum, L. D., & Zielinski, B. S. (2003). Morphology and histochemistry of the peripheral olfactory organ in the round goby, *Neogobius melanostomus* (Teleostei: Gobiidae). *Journal of Morphology*, 257(1), 62-71.
- Bloom, H. D., & Perlmutter, A. (1978). Possible pheromone mediated reproductive isolation in two species of cyprinid fishes of the genus, *Brachydanio*. *Journal of Fish Biology*, 13(1), 47-50.

- Bodznick, D. (1978). Calcium ion: an odorant for natural water discriminations and the migratory behavior of sockeye salmon. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural and Behavioral Physiology*, 127(2), 157-166.
- Brown, S.B., Evans, R.E., Thompson, B.E., & Hara, T.J. (1982). Chemoreception and aquatic pollutants. In: Chemoreception in fish (pp 363–393), Elsevier, Amsterdam.
- Brown, G. E., Brown, J. A., & Wilson, W. R. (1996). The effects of kinship on the growth of juvenile Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 48(3), 313-320.
- Bryant, B. P., & Atema, J. (1987). Diet manipulation affects social behavior of catfish. *Journal of Chemical Ecology*, 13(7), 1645-1661.
- Buckland, F. (1880). Natural History of British Fishes, Unwin Pub., London.
- Burnard, D., Gozlan, R. E., & Griffiths, S. W. (2008). The role of pheromones in freshwater fishes. *Journal of Fish Biology*, 73(1), 1-16.
- Chandrasekhar, K., & Chacko, T. (1970). Effect of electrical stimulation of the olfactory mucosa on the hypothalamo-hypophyseal neurosecretory system in the fresh water teleostean fish, *Ophiocephalus punctatus*. *Indian Journal of Zootomy*, 11, 105-113.
- Charlebois, P. M., Corkum, L. D., Jude, D. J., & Knight, C. (2001). The round goby (*Neogobius melanostomus*) invasion: current research and future needs. *Journal of Great Lakes Research*, 27(3), 263-266.
- Chidester, F. E. (1924). A critical examination of the evidence for physical and chemical influences on fish migration. *Journal of Experimental Biology*, 2(1), 79-118.
- Chivers, D. P., & Smith, R. J. F. (1998). Chemical alarm signalling in aquatic predator-prey systems: a review and prospectus. *Ecoscience*, 5(3), 338-352.
- Chivers, D. P., & Mirza, R. S. (2001). Predator diet cues and the assessment of predation risk by aquatic vertebrates: a review and prospectus. In Chemical Signals in Vertebrates 9 (pp. 277-284). Springer, Boston, MA.
- Christie, G. C., & Goddard, C. I. (2003). Sea Lamprey International Symposium (SLIS II): advances in the integrated management of sea lamprey in the Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research*, 29, 1-14.
- Chung-Davidson, Yu-Wen, Mar Huertas, and Weiming Li. (2010). A review of research in fish pheromones." Chemical communication in crustaceans. Springer, New York, NY,. 467-482.
- Cole, K. S., & Smith, R. J. F. (1992). Attraction of female fathead minnows, *Pimephales promelas*, to chemical stimuli from breeding males. *Journal of Chemical Ecology*, 18(7), 1269-1284.
- Colombo, L., Marconato, A., Belvedere, P. C., & Friso, C. (1980). Endocrinology of teleost reproduction: a testicular steroid pheromone in the black goby, *Gobius joso* L. *Italian Journal of Zoology*, 47(3-4), 355-364.
- de Caprona, M. D. C. (1974). The effect of chemical stimuli from conspecifics on the behavior of *Haplochromis burtoni* (Cichlidae, Pisces). *Experientia*, 30(12), 1394-1395.
- Doving, K. B., Selset, R., & Thommesen, G. (1980). Olfactory sensitivity to bile acids in salmonid fishes. *Acta Physiologica Scandinavica*, 108(2), 123-131.
- Fine, J. M., & Sorensen, P. W. (2008). Isolation and biological activity of the multi-component sea lamprey migratory pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, 34(10), 1259-1267.
- Fontaine, M. (1938). La lamproie marine. Sa peche et son importance economique. *Bull. Sco. Oceanogr. Fr*, 17, 1681-1687.
- Hamdani, E. H., & Døving, K. B. (2005). Specific projection of the sensory crypt cells in the olfactory system in crucian carp, *Carassius carassius*. *Chemical senses*, 31(1), 63-67.
- Hara, T.J. (1992). "Fish Chemoreception", Chapman & Hall, London.
- Hasler, A. D., & Wisby, W. J. (1951). Discrimination of stream odors by fishes and its relation to parent stream behavior. *The American Naturalist*, 85(823), 223-238.
- Hasler, A. D., & Cooper, J. C. (1976). Chemical cues for homing salmon. *Experientia*, 32(9), 1091-1093.
- Hasler, A. D. (1983). Synthetic chemicals and pheromones in homing salmon. *Control Processes in Fish Physiology*, Croom Helm, London, 103-116.
- Hasler, A. D., & Scholz, A. T. (1983). Olfactory imprinting and homing in salmon: Investigations into the mechanism of the imprinting process (Vol. 14). Springer Science & Business Media.
- Hubbard, P. C., Barata, E. N., & Canario, A. V. (2002). Possible disruption of pheromonal communication by humic acid in the goldfish, *Carassius auratus*. *Aquatic toxicology*, 60(3-4), 169-183.
- Inland Fisheries Service. (2017). Inland Fisheries Service Carp Management Program, Tasmania, Australia.
- Johnson, R. H., & Nelson, D. R. (1978). Copulation and possible olfaction-mediated pair formation in two species of carcharhinid sharks. *Copeia*, 1978(3), 539-542.
- Johnston, R. E. (2003). Chemical communication in rodents: from pheromones to individual recognition. *Journal of Mammalogy*, 84(4), 1141-1162.
- Jude, D. J., Reider, R. H., & Smith, G. R. (1992). Establishment of Gobiidae in the Great Lakes basin. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(2), 416-421.

- Kasumyan, A. O., & Lebedeva, N. Y. (1979). New data on the nature of the alarm pheromone in cyprinids. *Journal of Ichthyology*, 19, 109-114.
- Kawabata, K. (1993). Induction of sexual behavior in male fish (*Rhodeus ocellatus ocellatus*) by amino acids. *Amino Acids*, 5(3), 323-327.
- Kikuyama, S., Toyoda, F., Iwata, T., Umezawa, K., Takahashi, N., Matsukawa, H., & Miura, S. (1998). Sodefrin, a novel peptide pheromone in the newt cloacal gland. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 839(1), 60-65.
- Lebedeva, N. Y., Lebedev, V. I., & Golovkina, T. V. (1994). Pheromone of the trout--stress inducer. *Biophysics*, 39(3), 527-530.
- Leduc, A. O., Kelly, J. M., & Brown, G. E. (2004). Detection of conspecific alarm cues by juvenile salmonids under neutral and weakly acidic conditions: laboratory and field tests. *Oecologia*, 139(2), 318-324.
- Li, W., & Sorensen, P. W. (1997). Highly independent olfactory receptor sites for naturally occurring bile acids in the sea lamprey, *Petromyzon marinus*. *Journal of Comparative Physiology A*, 180(4), 429-438.
- Li, W., Scott, A. P., Siefkes, M. J., Yun, S. S., & Zielinski, B. (2003). A male pheromone in the sea lamprey (*Petromyzon marinus*): an overview. *Fish Physiology and Biochemistry*, 28(1-4), 259-262.
- Liley, N. R. (1980). Patterns of hormonal control in the reproductive behavior of fish, and their relevance to fish management and culture programs. In ICLARM Conference Proceedings (Philippines).
- Lohmann, K. J., Lohmann, C. M., & Endres, C. S. (2008). The sensory ecology of ocean navigation. *Journal of Experimental Biology*, 211(11), 1719-1728.
- Malyukina, G. A., Martem'yanov, V. I., & Flerova, G. I. (1982). Alarm pheromone as a stress factor for fish. *Vopr. Ikhtiol*, 22, 338-341.
- Mank, J. E., & Avise, J. C. (2006). The evolution of reproductive and genomic diversity in ray-finned fishes: insights from phylogeny and comparative analysis. *Journal of Fish Biology*, 69(1), 1-27.
- Matsumura, K. (1995). Tetradoxin as a pheromone. *Nature*, 378, 563-564.
- McKaye, K. R., & Barlow, G. W. (1976). Chemical recognition of young by the Midas cichlid, *Cichlasoma citrinellum*. *Copeia*, 276-282.
- Miles, S. G. (1968). Rheotaxis of elvers of the American eel (*Anguilla rostrata*) in the laboratory to water from different streams in Nova Scotia. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 25(8), 1591-1602.
- Moore, H. H., & Schleen, L. P. (1980). Changes in spawning runs of sea lamprey (*Petromyzon marinus*) in selected streams of Lake Superior after chemical control. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(11), 1851-1860.
- Moore, A. (1994). An electrophysiological study on the effects of pH on olfaction in mature male Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr. *Journal of Fish Biology*, 45(3), 493-502.
- Mosher, C. (1954). Observations on the spawning behavior and the early larval development of the sargassum fish, *Histrio histrio* (Linnaeus). *Zoologica*, 39(4), 141-152.
- Müller, D. G., Kawai, H., Stache, B., Fölster, E., & Boland, W. (1990). Sexual pheromones and gamete chemotaxis in *Analipus japonicus* (Phaeophyceae). *Experientia*, 46(5), 534-536.
- Murphy, C. A., Stacey, N. E., & Corkum, L. D. (2001). Putative steroidal pheromones in the round goby, *Neogobius melanostomus*: olfactory and behavioral responses. *Journal of Chemical Ecology*, 27(3), 443-470.
- Newcombe, C., & Hartman, G. (1973). Some chemical signals in the spawning behavior of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 30(7), 995-997.
- Nordeng, H. (1977). A pheromone hypothesis for homeward migration in anadromous salmonids. *Oikos*, 28, 155-159.
- Olsén, H. (1999). Present knowledge of kin discrimination in salmonids. *Genetica*, 104(3), 295-299.
- Pandey, A. K. (2005). Recent advances in fish pheromone research with emphasis on their potential applications in fisheries. *Journal of Applied Zoological Researches*, 16(2), 210-216.
- Pandey, A. K. (2009). Fish pheromones and their potential applications in breeding, aquaculture and fishery management. In: Recent Advances in Hormonal Physiology of Fish and Shellfish Reproduction (pp. 69-98), Narendra Publishing House, Delhi.
- Pandey, A.K. (2012). Recent Advances In Fish Pheromone Research With Emphasis On Their Potential Applications In Aquaculture And Fishery Management. *Journal of Experimental Zoology India*, 15(1), 1-22.
- Pfeiffer, W., & Lemke, J. (1973). Untersuchungen zur Isolierung und Identifizierung des Schreckstoffes aus der Haut der Elritze, *Phoxinus phoxinus* (L.)(Cyprinidae, Ostariophysi, Pisces). *Journal of Comparative Physiology*, 82(4), 407-410.
- Pfeiffer, W. (1978). Heterocyclic compounds as releasers of the fright reaction in the giant danio, *Danio malabaricus* (Jerdon)(Cyprinidae, Ostariophysi, Pisces). *Journal of Chemical Ecology*, 4(6), 665-673.
- Pfeiffer, W. (1982). Chemical signals in communication. In: Chemoreception in Fishes", (ed: Hara T J), 307-336. Elsevier Sci. Pub.Co., Amsterdam.

- Pfeiffer, W., Riegelbauer, M.G., Scheibleri, B. (1985). Effects of hypothanthine-3(N)-oxide and hypothanthine-1(N)-oxide on central nervous excitation of the black tetra, *Gymnocorymbus ternetzi* (Characidae, Ostariophysi, Pisces) indicated by dorsal light response. *Journal of Chemical Ecology*, 11, 507-524.
- Reed, J. R., Wieland, W., & Kimbrough, T. D. (1972). A study on the biochemistry of alarm substances in fish. In Proc. of the 26th Ann. Conference, SE Assoc. of Game & Fish Commissioners, Knoxville (pp. 608-610).
- Rossi, A. C. (1969). Chemical signals and nest-building in two species of Colisa (Pisces, Anabantidae). *Monitore Zoologico Italiano-Italian Journal of Zoology*, 3(4), 225-237.
- Saglio, P. (1982). Use of intraspecific biological extracts to trap eels (*Anguilla anguilla* L.) in the field. Demonstration of the pheromonal attractivity of the skin mucus [freshwaters, intraspecific communication, pheromones]. *Acta Oecologica. Oecologia Applicata*.
- Scott, A. P., Liley, N. R., & Vermeirssen, E. L. M. (1994). Urine of reproductively mature female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), contains a priming pheromone which enhances plasma levels of sex steroids and gonadotrophin II in males. *Journal of Fish Biology*, 44(1), 131-147.
- Scott, A. P., & Vermeirssen, E. L. M. (1994). Production of conjugated steroids by teleost gonads and their role as pheromones. *Perspectives in Comparative Endocrinology*, 645-654.
- Sloman, K. A., Scott, G. R., Diao, Z., Rouleau, C., Wood, C. M., & McDonald, D. G. (2003). Cadmium affects the social behaviour of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquatic Toxicology*, 65(2), 171-185.
- Smith, R. J. F., & Murphy, B. D. (1974). Functional morphology of the dorsal pad in fathead minnows (*Pimephales promelas* Rafinesque). *Transactions of the American Fisheries Society*, 103(1), 65-72.
- Sorensen, P. W. (1992). Hormonally derived sex pheromones in goldfish: a model for understanding the evolution of sex pheromone systems in fish. *The Biological Bulletin*, 183(1), 173-177.
- Sorensen, P. W. (1996). Biological responsiveness to pheromones provides fundamental and unique insight into olfactory function. *Chemical Senses*, 21(2), 245-256.
- Stabell, O. B. (1992). Olfactory control of homing behaviour in salmonids. In Fish chemoreception (pp. 249-270). Springer, Dordrecht.
- Stacey, N. E., & Hourston, A. S. (1982). Spawning and feeding behavior of captive Pacific herring, *Clupea harengus pallasi*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(3), 489-498.
- Stacey, N.E., & Sorensen, P.W. (1986). 17 $\alpha$ ,20/gb-Dihydroxy-4-pregnen-3-one: a steroidal primer pheromone which increases milt volume in the goldfish, *Carassius auratus*. *Canadian Journal of Zoology*, 64, 2412-2417.
- Sveinsson, T., & Hara, T. J. (1995). Mature males of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, release F-type prostaglandins to attract conspecific mature females and stimulate their spawning behaviour. *Environmental Biology of Fishes*, 42(3), 253-266.
- Tavolga, W.N. (1956). Visual, chemical and sound stimuli as cues in sex discriminatory behaviour of the gobiid fish, *Bothyogobio soporator*. *Zoologica*, 41, 49-64.
- Taylor, A. H., Tracey, S. R., Hartmann, K., & Patil, J. G. (2012). Exploiting seasonal habitat use of the common carp, *Cyprinus carpio*, in a lacustrine system for management and eradication. *Marine and Freshwater Research*, 63(7), 587-597.
- Teeter, J. (1980). Pheromone communication in sea lampreys (*Petromyzon marinus*): implications for population management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(11), 2123-2132.
- Teichmann, H. (1962). Die Chemorezeption der Fische. *Ergebnisse der Biologie*, 25, 177-205.
- Theissen, D.D., Sturdivant, S.K. (1977). Female pheromone in the black molly fish (*Mollinesis latipinna*). *Journal of Chemical Ecology*, 3, 207-217
- Thommessen, G. (1983). Morphology, distribution and specificity of olfactory receptor cells in salmonid fishes. *Acta Physiologica Scandinavica*, 117, 241-249.
- Timms, A. M., & Kleerekoper, H. (1972). The locomotor responses of male *Ictalurus punctatus*, the channel catfish, to a pheromone released by the ripe female of the species. *Transactions of the American Fisheries Society*, 101(2), 302-310.
- Ueda, H., & Shoji, T. (2002). Physiological mechanisms of homing migration in salmon. *Fisheries science*, 68(sup1), 53-56.
- Von Frisch, K. (1938). Zur Psychologie des Fisch-Schwarmes. *Naturwissenschaften*, 26, 601-606.
- Vermeirssen, E. L., & Scott, A. P. (1996). Excretion of free and conjugated steroids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): evidence for branchial excretion of the maturation-inducing steroid, 17, 20 $\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one. *General and Comparative Endocrinology*, 101(2), 180-194.
- Vrieze, L. A., Bjerselius, R., & Sorensen, P. W. (2010). Importance of the olfactory sense to migratory sea lampreys *Petromyzon marinus* seeking riverine spawning habitat. *Journal of Fish Biology*, 76(4), 949-964.

- Wagner, C. M., Jones, M. L., Twohey, M. B., & Sorensen, P. W. (2006). A field test verifies that pheromones can be useful for sea lamprey (*Petromyzon marinus*) control in the Great Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63(3), 475-479.
- Waring, C. P., & Moore, A. (1997). Sublethal effects of a carbamate pesticide on pheromonal mediated endocrine function in mature male Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr. *Fish Physiology and Biochemistry*, 17(1-6), 203-211.
- White, H.C. (1934). Some facts and theories concerning the Atlantic salmon. *Transactions of the American Fisheries Society*, 64(1), 360-362.
- Wyatt, T.D. (2003). Pheromones and Animal Behaviour: Communication by Smell and Taste. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Wyatt, T. D. (2009). Fifty years of pheromones. *Nature*, 457(7227), 262.
- Wysocki, C. J., Preti, G. (2010). Human pheromones: what's purported, what's supported? Sense of Smell Institute White Paper. The Fragrance Foundation, New York.
- Yambem, H., Shindo, M., & Yamazaki, F. (1999). A releaser pheromone that attracts males in the urine of mature female masu salmon. *Journal of Fish Biology*, 55(1), 158-171.
- Zeng, F., Shu, S., Park, Y. I., & Ramaswamy, S. B. (1997). Vitellogenin and egg production in the moth, *Heliothis virescens*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America*, 34(3), 287-300.
- Zhang, C. (1997). Bile acids as potential pheromones in lake char, *Salvelinus namaycush*: an electrophysiological, biochemical and behavioural study", Ph.D. Thesis. University of Manitoba, Winnipeg, Canada.
- Zielinski, B., Arbuckle, W., Belanger, A., Corkum, L. D., Li, W., & Scott, A. P. (2003). Evidence for the release of sex pheromones by male round gobies (*Neogobius melanostomus*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 28(1-4), 237-239.

# Acta Aquatica Turcica

(e-ISSN: 2651-5474)

## Copyright Release Form

Manuscript Submit Date: ...../...../.....

Manuscript Title : .....  
.....  
.....

The author(s) warrant(s) that;

- The manuscript is original and is not being forwarded for publish and assessment to publication elsewhere after sending *Acta Aquatica Turcica* (Acta Aqua.Tr.)
- The publishing, printing and distribution of the article is belong to the legal entity under name *Acta Aquatica Turcica* (Acta Aqua.Tr.).
- The written and visual materials such as the text, tables, figures and graphics etc. of the manuscript don't contain any copyright infringement, and the all legal permissions for them have been taken by the author(s).
- The all scientific, ethic and legal responsibility of the article is belong to author(s).

Notwithstanding the above, the Contributor(s) or, if applicable the Contributor's Employer, retain(s) all proprietary rights other than copyright, such as

- ✓ The patent rights,
- ✓ The using rights of the all authors will be published in book or other work without paying fees,
- ✓ The rights to reproduce the article for their own purposes provided are not sell under the seal of secrecy of distribution rights, and in accordance with the following conditions has been accepted by us.

Full Name, Address of Corresponding Author:.....  
.....  
.....

E-Mail : ..... Signature : .....

Full Name	Address	Signature

## Acta Aquatica Turcica

Phone : +90 246 211 86 76 Fax: +90 246 211 86 97

<http://dergipark.gov.tr/actaquatr>

[actaquatr@isparta.edu.tr](mailto:actaquatr@isparta.edu.tr)

# Yazım Kuralları

<b>Sayfa boyutu</b>	:A4 (21 cm x 29,7 cm) olarak ayarlanmalıdır
<b>Kenar boşlukları</b>	:Üst: 2,5 - Alt: 2,5 - Sol: 2,5 - Sağ: 2,5. Cilt payı: 0.
<b>Yazı stili</b>	:Tüm makalede Times New Roman, 11punto iki yana yaslı, satır aralığı tek, olarak ayarlanmalı. Paragraf girintisi 0,5 ayarlanmalıdır.
<b>Adres yazımı</b>	:Üniversite (kurum) – Fakülte – Bölüm – İl (Büyük illerde birden çok ilçede birimi bulunması durumunda veya merkez dışında ise “ilçe” ve yabancı yayınlarda “ülke” de yazılmalı)
<b>Özet</b>	:Özet, 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır.
<b>Anahtar kelimeler</b>	:En az 3 (üç), en çok 5 (beş) kelime içermelidir.
<b>Ondalık gösterim</b>	:Türkçe makalelerde “,” (virgül) İngilizce makalelerde “.” (nokta) olmalıdır.
<b>Tablo</b>	:Tablo özel bir tasarım uygulanmamış düz kılavuz şeklinde olmalı ve iç yazılar en çok 10 punto ve alt bilgi yazıları 8 punto olmalıdır.
<b>Şekil</b>	:Şekil ve şekil yazısı sayfaya ortalı yerleştirilmelidir.
<b>Metin içi atıf yapma</b>	:(Bilgin vd., 2006; Küçük, 2008; Ekici ve Koca, 2009; Güçlü, 2018a; Güçlü, 2018b; Anonim, 2019), Kubilay vd. (2006)’ne göre, Diler (2008)’e göre, Boyacı ve Durucan (2009)’a göre gibi.....
<b>Kaynaklar</b>	:“APA” standardında ve alfabetik sıralama ile yapılmalıdır. Dergi isimleri açık yazılmalıdır. Kısaltma yapılmamalıdır. <b>APA standartları için;</b> <a href="https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf">https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf</a>
<b>APA’ya göre internet kaynaklarının gösterimi</b>	<a href="https://blog.apastyle.org/apastyle/2010/11/how-to-cite-something-you-found-on-a-website-in-apa-style.html?_ga=2.171887075.2146134039.1550653734-57712603.1550653734">https://blog.apastyle.org/apastyle/2010/11/how-to-cite-something-you-found-on-a-website-in-apa-style.html?_ga=2.171887075.2146134039.1550653734-57712603.1550653734</a>



# Ö R N E K M A K A L E

**Eğirdir Gölü'nden Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Sindirim Enzim Aktivitelerinin Mevsim, Büyüklük ve Cinsiyete Bağlı Olarak Değişimi**

**Esra ACAR<sup>1</sup>, Seval BAHADIR KOCA<sup>1\*</sup>, Mehmet NAZ<sup>2</sup>, Özgür KOŞKAN<sup>3</sup>, İlder İLHAN<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta

<sup>2</sup>İskendurun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Hatay

<sup>3</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta

<sup>4</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Isparta

\* Sorumlu Yazar: [sevalkoca@sdu.edu.tr](mailto:sevalkoca@sdu.edu.tr)

## Özet

Bu çalışma, Eğirdir Gölü'nde yaşayan *Astacus leptodactylus* türünde mide sindirim enzim aktiviteleri üzerine (proteaz  $\alpha$ -amilaz ve lipaz) mevsim ve eşeyin etkisini araştırmak amacıyla oluşturulmuştur. Bu amaçla kerevitler 1 yılda 4 mevsim olarak Eğirdir Gölü'nden avlandı. İlkbahar mevsiminde, kerevitlerin pinterlere girmemesi nedeniyle örnekleme yapılamadı. Bu nedenle, sonuçlar üç mevsim (sonbahar, kış, yaz) ve eşeyler üzerinden faktöriyel düzeyinde varyans analizi ile değerlendirildi. Bulgular, eşey ve mevsim faktörlerinin kerevitlerin midesindeki proteaz ve lipaz aktivitesini önemli düzeyde etkilediğini ( $p < 0,05$ ),  $\alpha$ -amilaz aktivitesinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olmadığını gösterdi ( $p > 0,05$ ). Bulgular ayrıca, kerevitlerin, proteaz enzim aktivitesinin sonbahar ve kışın, lipaz enzim aktivitesinin ise kışın eşeyler arası önemli değişim gösterdiğini ortaya çıkardı ( $p < 0,05$ ).

*Anahtar kelimeler:* *Astacus leptodactylus*, sindirim enzim aktivitesi, lipaz,  $\alpha$ -amilaz, proteaz.

**Variation of Digestive Enzyme Activities Depending on Season, Size and Sex of Freshwater Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) from Lake Eğirdir**

## Abstract

This study was conducted to search the effect of sex and season on digestive enzyme activities (protease,  $\alpha$ -amylase, lipase) in *Astacus leptodactylus* species that lives in Eğirdir Lake. The freshwater crayfish were caught as four seasons in a year from Eğirdir Lake. The sampling was not possible for crayfish since they were not entered into trap in spring season. Therefore, the results were evaluated over three seasons and sex by factorial variance analysis. The results showed that sex and season affected to protease and lipase activities ( $p < 0.05$ ), whereas they did not affect statistically  $\alpha$ -amylase activity in crayfish stomach ( $p > 0.05$ ). Results also indicated that protease enzyme activity in crayfish showed significant changes in autumn and winter while lipase enzyme activity showed changes in winter between sexes ( $p < 0.05$ ).

*Keywords:* *Astacus leptodactylus*, digestive enzyme activity,  $\alpha$ -amylase, lipase, protease.

## GİRİŞ

*Astacus leptodactylus*, dünyada Türk istakozu (kerevit) olarak da bilinen (Köksal, 1988) ve ülkemiz içsularında doğal olarak bulunan bir decapoda (on ayaklı) türüdür. *Astacus* ekonomik değeri yüksek kabuklu türlerinden biridir (Bolat, 2001). Kerevit 1986 yılı öncesi özellikle Eğirdir Gölü balıkçılarının başlıca gelir kaynağı iken bu türün daha sonra gerek aşırı avcılık ve gerekse hastalık nedeniyle popülasyonu azalmıştır (Köksal, 1988; Ackefors, 2000; Bolat, 2001; Harlıoğlu ve Aksu 2002; Harlıoğlu ve Mişe 2007; Bilgin vd., 2008).

**Acta Aquatica Turcica**

Phone : +90 246 211 86 76 Fax: +90 246 211 86 97

<http://dergipark.gov.tr/actaquatr>

[actaquatr@isparta.edu.tr](mailto:actaquatr@isparta.edu.tr)

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Ekim 2014 ile Haziran 2015 tarihleri arasında Eğirdir Gölü'nde kerevit (10-15 cm) avcılığı gerçekleştirilmiştir. Avcılıkta kerevit pinterleri kullanılmış, örneklemeler mevsimsel olarak yapılmıştır. İlkbahar mevsiminde, kerevitlerin pinterlere girmemesi nedeniyle örnekleme yapılamamıştır.

### Enzim aktivite analizler

Bu çalışmada;  $\alpha$ -amilaz, proteaz ve lipaz olmak üzere üç çeşit sindirim enzim aktivitesi araştırılmıştır. Tatlısu istakozundaki  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesi, Metais ve Bieth (1968)'e göre yapılmıştır.

### İstatistiksel analizler

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23 istatistiki paket programından yararlanılmış ve sonuçlar, faktöriyel düzeyinde varyans analizi testi ile  $P < 0,05$  önem düzeyinde test edilmiştir. Faktörlerin seviye ortalamalarının arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

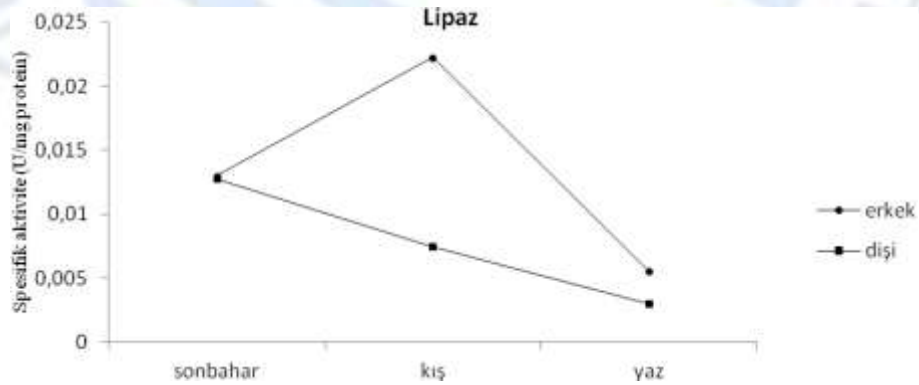
## BULGULAR

Eşey ve mevsimsel farklılıkların kerevit midesindeki  $\alpha$ -amilaz enzim aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ) (Tablo 1).

**Tablo1.** Kerevit midesindeki  $\alpha$ -amilaz aktivitesinin eşey ve mevsime göre değişimi, (Ort.  $\pm$  S.H.) (U/mgprotein)

Eşey/Mevsim	Sonbahar	Kış	Yaz
Dişi	<sup>a</sup> 0,013 $\pm$ 0,0011 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0,007 $\pm$ 0,0006 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0,003 $\pm$ 0,0010 <sup>a</sup>
Erkek	<sup>a</sup> 0,013 $\pm$ 0,0035 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0,022 $\pm$ 0,0026 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0,006 $\pm$ 0,0006 <sup>a</sup>

Lipaz aktivitesi erkek kerevitlerde sonbahar mevsiminden kış mevsimine kadar artan ve kış mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşturmuş, dişi bireylerde ise sonbahar mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşmuştur (Şekil 3).



**Şekil 3.** Kerevit midesinde farklı mevsimlerdeki lipaz aktivitesi (U/mg protein)

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Mevcut sindirim enzimlerinin profili ve faaliyetleri başta olmak üzere sindirim sisteminde ortaya çıkan fizyolojik süreçler, türlerin geniş besin çeşitliliğinden faydalanmasını etkilemektedir. Farklı kabuklu türleri, farklı beslenme alışkanlıklarına ve yaşam alanlarını yansıtan bir dizi sindirim enzime sahiptir (Anonim, 2017; Coccia vd., 2011).....

Ayrıca, maksimum enzim aktivitesini belirleyebilmek için; farklı pH, sıcaklık ve reaksiyon sürelerinde denemeler yapılması da önemli taşımaktadır.....

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. (veya varsa proje desteği yazılmalı)

## KAYNAKLAR

- Acar Kurt, E. (2016). Tatlısu İstakozu (*Astacus Leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun sindirim enzim aktivitelerinin mevsimsel değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Ackefors, H. (2000). Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. *Fish and Fisheries*, 1(4), 337-359.
- Adebayo-Tayo, B.C., Onilude, A.A., & Etuk, F.I. (2011). Studies on microbiological, proximate mineral and heavy metal composition of freshwater snails from Niger Delta Creek in Nigeria. *AU J.T.* 14(4), 290-298. Technical Report 290.
- Alpbaz, A. (1993). *Kabuklu ve Eklembacaklı Yetiştiriciliği*. I. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Bilgin, Ş., İzci L, Günlü A., & Bolat Y. (2008). Eğirdir gölü'ndeki tatlısu ıstakozu (*Astacus leptodactylus* Esch, 1823)'nun boy grubu ve eşeye göre bazı besin bileşenlerinin belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 63-68.
- Kolkovski, S. (1995). The mechanism of action of live food on utilization of microdiets in gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. Ph.D.Thesis. The Hebrew University, Jerusalem,120.
- Reynolds, J., & Souty-Grosset, C. (2011). *Management of freshwater biodiversity: Crayfish as bioindicators*. Cambridge University Press, Cambridge.



# Author Guidelines

<b>Page Size</b>	:A4 (21 cm x 29.7 cm)
<b>Edge Interval</b>	:Top: 2.5, lower: 2.5, left:2.5, right:2.5 , shrinkage: 0
<b>Font style</b>	:Except for these, the entire article should be set to 11punto-the first line of the paragraph starting at 0,5cm-before the line spacing-0 single line before / after the line spacing.
<b>Address writing</b>	:University (institution)-Faculty-Department-Province (Must be written county in foreign publications)
<b>Abstract</b>	:The abstract should not exceed 250 words.
<b>Key words</b>	:It should contain at least 3 (three), maximum 5 (five) words.
<b>Decimal notation</b>	:In Turkish articles, "(comma)" should be ". (Dot)" in English articles.
<b>Table</b>	:The table should be centered on the page.In-table scripts should be set to max 10punto. Footer, 8 point, left side of table.
<b>Figure</b>	:The figure and the figure should be centered on the page
<b>Examples in-text references representation</b>	:(Bilgin et al., 2006; Küçük, 2008; Ekici and Koca, 2009; Güçlü, 2018a; Güçlü, 2018b; Anonymus, 2019), According Kubilay et al. (2006), According Boyacı and Durucan (2009) <i>etc.....</i>
<b>Reference</b>	:“APA” standard should be used. Journal names should be written clearly. No abbreviation should be made. <a href="https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf">https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf</a>
<b>How to Cite Something You Found on a Website in APA Style</b>	<a href="https://blog.apastyle.org/apastyle/2010/11/how-to-cite-something-you-found-on-a-website-in-apa-style.html?_ga=2.171887075.2146134039.1550653734-57712603.1550653734">https://blog.apastyle.org/apastyle/2010/11/how-to-cite-something-you-found-on-a-website-in-apa-style.html?_ga=2.171887075.2146134039.1550653734-57712603.1550653734</a>

# Sample Article

## A Taxonomic Study on Zooplankton Fauna of Kiğı Dam Lake (Bingöl-Turkey)

Hilal BULUT

Firat University, Faculty of Fisheries, Elazığ, Turkey

\*Sorumlu Yazar: [hilalhaykir@gmail.com](mailto:hilalhaykir@gmail.com)

### Abstract

The present study was conducted to determine zooplankton fauna of Kiğı Dam Lake during September 2012 and August 2013 seasonally. The zooplankton samples were collected by using plankton net with the mesh size of 55µm horizontally and preserved in 4% formaldehyde. Total 22 taxa (16 Rotifera, 4 Cladocera, and 2 Copepoda) were identified in Kiğı Dam Lake.

*Keywords:* Kiğı Dam Lake, species distribution, zooplankton.

### INTRODUCTION

The majority of zooplankton (Copepoda, Cladocera and Rotifera) transform the phytoplankton to animal protein (Çirik and Gökpinar, 1993), and they play a significant role in food chain. It was reported that some species are the indicators of water quality, and eutrophication due to their sensitivity to environmental changes and therefore zooplankton studies on lakes have acquired significant importance (Berzins and Pejler, 1987; Mikschi, 1989).

Many studies were carried on zooplankton in Turkey (Özdemir and Şen, 1994; Göksu et al., 1997, 2005; Saler and Şen, 2002; Bozkurt and Sagat, 2008; Bulut and Saler, 2013a, 2013b; 2014a, 2014b; Saler et al., 2015a, 2015b). No previous research about zooplankton of Kiğı Dam Lake has been recorded. In this study zooplankton species and their seasonal variations of Kiğı Dam Lake have been investigated.

### MATERIAL and METHODS

Kiğı Dam Lake was built on Peri Stream between 1997 and 2003. The maximum water capacity is 507.55 hm<sup>3</sup> and has surface area 8.35 km<sup>2</sup> and maximum depth of 168 m (Şimşek, 2016) (Figure.1). The species were identified according to Edmondson (1959), Flössner (1972), Ruttner-Kolisko (1974), Kiefer (1978), Koste (1978), Negrea (1983), Segers (1995), and Einsle (1996).



Figure1. Stations of Kiğı Dam Lake

**Acta Aquatica Turcica**

Phone : +90 246 211 86 76 Fax: +90 246 211 86 97

<http://dersipark.gov.tr/actaquatr>  
[actaquatr@isparta.edu.tr](mailto:actaquatr@isparta.edu.tr)

## RESULTS

A total of 22 taxa consisting of 16 Rotifera, 4 Cladocera and 2 Copepoda species were identified in the Dam Lake (Table 2).

The lowest numbers of taxa were recorded in winter at first stations (4 species). Some water quality parameters (pH, dissolved oxygen, and surface water temperature) were measured at study field (Table 3).

**Table 3.** Seasonal changes of water quality parameters in Kiğı Dam Lake

	Autumn	Winter	Spring	Summer
Water temperature (°C)	16	7.2	17.2	22.5
pH	7.0	6.8	6.9	7.3
D.O (mgL-1)	6.2	7.3	6.0	5.2

## DISCUSSION

Zooplankton is known as the indicator of trophic status of aquatic habitats. They are also used to signify the water quality in freshwater systems. *K. cochlearis* and *P. dolichoptera* from Rotifera are indicators of productive habitats, while *N. acuminata* and *N. squamula* are indicators of cold waters (Kolisko, 1974). In Kiğı Dam Lake *K. cochlearis*, *P. dolichoptera* and *N. squamula* were observed.

In Murat River (Bulut and Saler, 2014a), Kalecik Dam Lake (Bulut and Saler, 2013b), Peri Stream (Saler et al., 2011), that were located in the same region with Kiğı Dam Lake, rotifers were recorded as dominant species as to number of individuals and abundance, followed by Cladocera and Copepoda species.

## ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by BAP of Trakya University (project number 2011-130). This work was presented as an oral presentation in the II. International Congress on Fisheries and Aquatic Research held in Nevşehir, Turkey on July 12-15, 2018 and its summary were published.

## REFERENCES

- Berzins, B., & Pejler, B. (1987). Rotifer occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia*, 147, 107-116.
- Blacher, E.C. (1984). Zooplankton trophic state relationships in North and Central Florida Lakes. *Hydrobiologia*, 109, 251-263.
- Bulut, H. & Saler, S. (2013a). Ladik Gölü (Samsun) zooplanktonu üzerine ilk gözlemler. *Su Ürünleri Mühendisleri Dergisi*, 51,74-78.
- Bulut, H., & Saler, S. (2013b). Kalecik Baraj Gölü (Elazığ- Türkiye) zooplanktonu. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 25 (2), 99-103.
- Cirik, S., & Gökpınar, Ş. (1993). *Plankton Bilgisi ve Kültürü*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayınları: 19, İzmir.
- Einsle, U. (1996). *Copepoda: Cyclopoida, Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, No.10 SPB Academic Publishing. pp 82 (in London).
- Göksu, M.Z.L., Çevik, F., Bozkurt, A., & Sarıhan, E. (1997). Seyhan Nehri'nin (Adana il merkezi sınırları içindeki bölümünde) Rotifera ve Cladocera faunası. *Turkish Journal of Zoology*, 21, 439-443.